

**BIOLOGÍA MARINA,
pesca y aprovechamiento
de los seres marinos**

FERNANDO LOZANO CABO

BIOLOGIA MARINA,
PESCA Y APROVECHAMIENTO
DE LOS SERES MARINOS

POR

FERNANDO LOZANO CABO

Doctor en Ciencias Naturales. Director de Laboratorio del Instituto
Español de Oceanografía. Profesor Agregado de Zoología
del Instituto «José de Acosta» del Consejo Superior
de Investigaciones Científicas.

TEXTO

MADRID

1959

Depósito Legal, M. - 5.299 - 1959.

A los laboratorios de
Santander y de Porto Pi,
cunas de la Biología Ma-
rina y de la Oceanogra-
fía en España.

Fernando Lozano Cabo.

PROLOGO

La circunstancia especial de la situación geográfica privilegiada de España, circundada por mares muy diversos, en el punto clave de la comunicación entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo y con una dilatadísima extensión de costas, ha tenido por consecuencia que nuestro país haya vivido vinculado de forma muy directa al mar, dependiendo de forma fundamental del mismo y de las comunicaciones marítimas, siendo, por ello, famosa cuna de navegantes y descubridores que, educados en tan dura escuela, fueron capaces de hazañas legendarias y maestros de nautas de otros países que hoy ejercen, sobre las aguas de los océanos, una hegemonía que a España correspondió hasta tiempos relativamente recientes.

El profesor, Lozano Rey, comentaba frecuentemente su emoción, esa emoción que se exalta cuando se está fuera de la patria, al escuchar durante una de sus estancias en Inglaterra, en el Museo Británico de Ciencias Naturales, y en boca de una relevante personalidad de la marina de aquel país, que los marinos ingleses, dominadores de los cinco océanos y piedra angular del poderío de su país, debían sus conocimientos a las enseñanzas heredadas de los balleneros vascos, con lo que rendía público homenaje a un trascendental magisterio.

Las necesidades económicas y alimenticias de un mundo progresivamente superpoblado, en el que la agricultura y la ganadería, fuentes tradicionales de la alimentación de los pueblos, no bastan ya para suplir las necesidades de los mismos, han llevado su atención y la de España entre otras naciones, hacia los recursos del mar, de forma que éste vuelve a provocar en la mente de los españoles —aunque por motivos diferentes—, una atención que, desgraciadamente, se había ido perdiendo poco a poco.

Y la pesca, profesión secular, pero empíricamente ejercida, se ha transformado rápidamente en una verdadera técnica, arropada al abrigo de un cierto número de Ciencias tan fundamentales como la Oceanografía biológica, la Física y la Química del mar y sobre todo al de una nueva y especial rama del saber, la Biología pesquera.

Es frecuente que los países latinos se inclinen más por el cultivo de las Letras que por el de las Ciencias y es tan cierta esta circunstancia que, incluso en personas de un nivel intelectual de cierta altura, lo mismo que no se concibe el desconocimiento de una escuela literaria, una modalidad del arte arquitectónico, la existencia de un famoso cuadro o la producción poética de un relevante autor, no extraña en cambio, ni por ello se califique de inculta, a la persona que crea que las ballenas son peces, que confunda a los moluscos con los crustáceos, que considere a las focas como anfibios, que ignore que las angulas son las larvas de las anguilas, y que el paludismo no está provocado por las emanaciones o emiasmas de los pantanos, sino por un microscópico animal inoculado al hombre por las picaduras de determinados mosquitos.

Los científicos españoles y sobre todo los naturalistas, a los que la mayoría de la gente tiene por gentes algo chifladas, dedicadas casi exclusivamente a perseguir mariposas tocadas de salacot y con el resto del atún igualmente estrambótico, sin otro objeto que el guardarlas en cajas como un coleccionista más, entre los muchos que existen en la humanidad, han tropezado siempre con una evidente incompreensión y ello ha sido causa de que sus trabajos no hayan tenido más difusión que la de los propios medios científicos.

Y la humanidad comete con ello un grave acto de desagradecimiento porque olvida que hombres como Pasteur, Koch, Cajal, Fleming, etc., etcétera, no fueron sino biólogos es decir, naturalistas, mercedores de que, a sus profesiones, se les de la consideración y el rango a que son acreedoras.

Si en las bibliotecas de la mayoría de las familias españolas hay libros de Ciencias Naturales, como de Física, de Química o de Matemáticas, se debe a que hubo que comprar, obligatoriamente, los textos de Bachillerato para los hijos..., cuando se compraron y no fueron vendidos inmediatamente de aprobadas las asignaturas, en cualquier librería de viejo.

Por ello no es de extrañar que, aunque la bibliografía española esté nutrida de relevantes obras referidas a las ciencias del mar, de carácter eminentemente científico, sean pocas las de divulgación más o menos elevada, dedicadas a ese tema, y que se note su evidente falta, aunque poco a poco vayan apareciendo, pero siempre a un ritmo mucho más lento que el que fuera de desear.

La aspiración de contribuir a esa instrucción de la población española en el conocimiento científico del mar y principalmente en los curiosísimos y amenos problemas de la biología marina, la pesca y el aprovechamiento de los recursos marítimos fué lo que nos movió, desde hace tiempo, a ir preparando la edición del libro que hoy ofrecemos al lector.

No pretende ser, ni mucho menos, un tratado completo de Oceanografía Biología marina y Pesca, ni está orientado a una exposición exclusivamente científica. Libros de esa índole ya están escritos, aunque desgraciadamente no en castellano, y sería osadía que intentásemos no mejorar, sino siquiera fuese igualar, a obras como «The Oceans» de Sverdrup y colaboradores, o «The marine product of Commerce» de Tressler, trabajos magistrales en su especialidad.

Sólo hemos tratado de ofrecer al lector un libro sobre el mar, en forma amena, con un cierto nivel científico y expuesto de manera que creemos puede redundar en una más fácil lectura, pero sin prescindir, repetimos, del mínimo carácter científico que consideramos indispensable en los libros de divulgación.

Hemos de manifestar nuestro agradecimiento al editor don Alejandro Barbero, quien lleno del espíritu científico latente en todo buen universitario, no sólo dió las máximas facilidades para la más digna presentación de este libro, sino que suprimió de forma notable nuestras pretensiones sobre su complemento iconográfico, que estimamos muy digno de estimación.

Achaque el lector los méritos que encuentren en las páginas que siguen a la bibliografía consultada y a las enseñanzas recibidas de nuestros maestros, los dos más eminentes biólogos marinos españoles de nuestros tiempos: el fallecido profesor don Luis Lozano Rey, padre y mentor científico del autor, reunidas ambas cualidades en una admirable conjunción, y el Ezmo, señor don Francisco de P. Navarro, Subdirector del Instituto Español de Oceanografía. El autor no puso más que un buen deseo, amor a la mar, la redacción material del libro y los defectos que el lector pueda encontrar en él.

Madrid, febrero de 1959.

PRIMERA PARTE

EL MEDIO AMBIENTE

CAPITULO I

COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA DEL MAR

El agua del mar se caracteriza, desde el punto de vista de su composición química por llevar en disolución gran cantidad de sólidos y gases, pudiendo admitirse, en principio, que todos los elementos o especies químicas existentes en la tierra se encuentran en ella en disolución.

Pero, como es natural, la proporción en que cada uno de esos elementos o especies químicas se encuentra disuelto en el agua del mar es extraordinariamente diferente, variando entre márgenes tan amplios, que es ésta, precisamente, una de las mayores dificultades que se presentan para poder conocer la exacta composición química del agua del mar —siquiera fuese su composición media— (esa composición varía de unos mares a otros) pues, por ejemplo, frente al cloruro sódico o sal común, que es la disuelta en mayor cantidad (27.373 gramos por litro, según Thoulet, en un agua de 35.0636 por mil de salinidad), hay otras sustancias disueltas en cantidades infinitamente pequeñas, cual el radio —quizá la más escasa—, que se encuentra en la cantidad de 2.3×10^6 miligramos por kilogramo de agua de mar.

Naturalmente, estos elementos que se encuentran disueltos en cantidades tan ínfimas son frecuentemente imposibles de reconocer por un análisis químico normal (a veces son más abundantes en los mismos reactivos que se utilizan en el análisis que en la propia agua del

mar). Baste pensar en que para obtener un gramo de radio, haría falta tratar 5.000.000 de metros cúbicos de agua, para uno de oro, 170.000 metros cúbicos, y para uno de cobre, unos 200.

Pero incluso no habiendo sido posible determinar analíticamente la presencia de alguno de estos elementos tan escasos en el agua del mar, su presencia en ella está perfectamente probada por el hecho de que, frecuentemente, forman parte de la composición química de los seres vivos que habitan el mar, los que no han podido tomarlos más que de su medio ambiente. Tal ocurre, por ejemplo con el cobre, que siendo elemento muy escaso proporcionalmente en el agua del mar, se halla econcentrados en determinados animales, como los moluscos, formando parte fundamental de la hemocianina de su sangre, pigmento respiratorio que sustituye en ellos a la hemoglobina (que lleva hierro en lugar de cobre), de la mayoría del resto de los animales.

No es sólo la disparidad enorme en las proporciones en que se encuentran disueltos en el agua del mar sus diversos componentes, lo que dificulta el exacto conocimiento de su composición cualitativa o cuantitativa. Además, existen otras dificultades. Algunos de los principales componentes, sodio y potasio por ejemplo, son difíciles de determinar con exactitud. Otros elementos o especies químicas ligadas por próximo parentesco, son difíci-

les de separar, cual ocurre con fosfatos y arseniales, con el calcio y con el estroncio. Y es frecuente que en estos casos, al dar los resultados de los análisis, esos componentes se reúnan bajo el epígrafe del más frecuente y abundante, aunque el número expresivo de la proporción en que se encuentran comprenda a los dos.

En resumen el conocimiento de la exacta composición del agua del mar, dada la diversidad de sus componentes y la variadísima proporción en que se encuentran, es un problema muy difícil. Hasta el extremo de que, en muchos casos, no siendo apropiadas las técnicas usuales del análisis, ha habido que recurrir a procedimientos especiales.

CONSTANCIA EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA DEL MAR

Pese a la gran complejidad que ofrece la composición química del agua del mar,

se da en ella una particularidad extraordinariamente interesante, y es la de que —en lo que se refiere a sus principales componentes— existe siempre una gran constancia en las proporciones relativas en que se encuentran disueltos, proporciones que son muy uniformes en las aguas de todos los mares.

Esta circunstancia, puesta de manifiesto por diversos autores, fué ratificada por Dittmar, sobre la base del análisis de unas ochenta muestras de agua de mares diferentes, recogidas por el famoso buque oceanográfico «Challenger», en las que observó que los valores relativos en que se encontraban los principales componentes disueltos en el agua del mar, no variaban de unos mares a otros de manera significativa. A la vista de los resultados de sus análisis, Dittmar expone los siguientes datos, posteriormente corregidos en función de las modificaciones de los pesos atómicos.

CUADRO 1.º

Valores de Dittmar para los principales componentes del agua del mar, expresados en gramos por kilogramo = 0/000 (tomado de U. U. Sverdrup).

Iones	Valores originales		Corregidos por pesos atómicos 1940		Valores para 1940	
	Cl=19 0/00	%	Cl=19 0/00	%	Cl=19 0/00	%
Cl—	18,971	55,29	18,971	55,26	18,980	55,04
Br—	0,065	0,19	0,065	0,19	0,065	0,19
SO ₄ —	2,639	7,69	2,635	7,68	2,649	7,68
CO ₃ —	0,071	0,21	0,071	0,21	—	—
HCO ₃ —	—	—	—	—	0,140	0,41
F—	—	—	—	—	0,001	0,00
H ₃ BO ₃	—	—	—	—	0,026	0,07
Mg++	1,278	3,72	1,292	3,76	1,272	3,69
Ca++	0,411	1,29	0,411	1,20	0,409	1,16
Sr++	—	—	—	—	0,013	0,04
K+	0,379	1,10	0,385	1,12	0,380	1,10
Na+	10,479	30,59	10,498	30,58	10,556	30,61
TOTAL.....	34,311	—	34,328	—	34,462	—

La importancia de este hecho es extraordinaria. No sólo porque de esta forma basta determinar la cantidad en que en un agua de mar se encuentra un componente cualquiera, para conocer las cantidades de los restantes, sino porque, dadas las probadas relaciones de proporcionalidad existentes entre la clorinidad, la salinidad y la densidad del agua, tanto

esta última, de gran interés en la oceanografía, puede determinarse por procedimientos químicos, como la salinidad puede ser determinada a su vez por el estudio de la densidad del agua, como veremos más adelante.

Esta uniformidad o constancia en la composición relativa del agua del mar es debida indudablemente, a los continuos y

seculares movimientos del mismo, que en una acción constante de mezcla, tiende a llegar a una composición uniforme en todos los mares.

Sin embargo, el fenómeno no es absoluto, puesto que existen multitud de factores que—sobre todo en áreas más o menos locales o restringidas—pueden modificar esa composición relativa uniforme del agua de los mares.

Mares interiores, más o menos incomunicados con los océanos libres, zonas de desembocaduras de ríos, donde el aporte de materiales terrígenos puede ser enorme, etc., etc., pueden y suelen ofrecer variaciones temporales o incluso permanentes en el principio de la constancia o uniformidad en la composición del agua marina. Y es más, en los casos de constancia de esas variaciones, aun manteniéndose el principio de referencia, las diferencias existentes entre diferentes masas de agua pueden servir para caracterizar a unas y otras, siendo estas diferencias elementos que los oceanógrafos utilizan para el estudio de la influencia recíproca entre mares diferentes o masas de agua de un mismo mar, para la determinación de corrientes, etc., etc.

La composición media del agua del mar, según el famoso oceanógrafo francés Thoulet, considerando la salinidad media como de 35.0639 por mil, es la siguiente:

CUADRO 2.°

	Gramos por litro
Cloruro de sodio	27,373
Cloruro de magnesio	3,363
Sulfato de magnesio	2,2437
Sulfato de calcio	1,3229
Cloruro de potasio	0,592
Carbonato de calcio	0,0625
Bromuro de magnesio	0,0547
Cloruro de rubidio	0,019
Metafosfato de calcio	0,0156
Silice	0,0149
Bicarbonato de hierro	0,0026
Indicios de otras sustancias.	
TOTAL	35,0639 por mil

Lyman y Fleming dan la siguiente composición para un agua de mar de 34,4616 por mil de salinidad referidas las

cantidades no a litro de agua, como en el caso de Thoulet, sino a kilogramo de la misma:

CUADRO 3.°

<i>IONES.</i>	
Cloruros	18,9799
Sulfatos	2,0486
Bicarbonatos	0,1397
Bromuros	0,0546
Fluoruros	0,0013
Boratos	0,0260
	21,8401
Sodio	10,5561
Magnesio	1,2720
Calcio	0,4001
Potasio	0,3800
Estroncio	0,0133
	12,6215
TOTAL	34,4616 por mil

En cuanto a la totalidad de los elementos encontrados en el agua del mar y a sus cantidades respectivas, excluidos los gases, exponemos a continuación los datos recopilados por Sverdrup. Las cantidades se refieren a miligramos por kilogramo de agua, de clorinidad 19,00 por mil.

CUADRO 4.°

Elemento	mg/kg
Cloro	18,980
Sodio	10,561
Magnesio	1,272
Azufre	884
Calcio	400
Potasio	380
Bromo	65
Carbono	28
Estroncio	13
Boro	4,6
Silice	0,02 a 4,0
Flúor	1,4
Nitrógeno	0,01 a 0,7
Aluminio	0,5
Rubidio	0,3
Litio	0,1
Fósforo	0,001 a 0,10
Bario	0,05
Iodo	0,05
Aránico	0,01 a 0,02
Hierro	0,002 a 0,02
Manganeso	0,001 a 0,01
Cobre	0,001 a 0,01
Zinc	0,005
Plomo	0,004
Selenio	0,004

seculares movimientos del mismo, que en una sección constante de masa, tiende a llegar a una composición uniforme en todos los mares.

Sin embargo, el fenómeno no es absoluto, puesto que existen multitud de factores que—sobre todo en áreas más o menos locales o restringidas—pueden modificar esa composición relativa uniforme del agua de los mares.

Mares interiores, más o menos incomunicados con los océanos libres, zonas de desembocaduras de ríos, donde el aporte de materiales terrígenos puede ser enorme, etc., etc., pueden y suelen ofrecer variaciones temporales o incluso permanentes, en el principio de la constancia o uniformidad en la composición del agua marina. Y es más, en los casos de constancia de esas variaciones, aun manteniéndose el principio de referencia, las diferencias existentes entre diferentes masas de agua pueden servir para caracterizar a unas y otras, siendo estas diferencias elementos que los oceanógrafos utilizan, para el estudio de la influencia recíproca entre mares diferentes o masas de agua de un mismo mar, para la determinación de corrientes, etc., etc.

La composición media del agua del mar, según el famoso oceanógrafo francés Thoulet, considerando la salinidad media como de 35.0639 por mil, es la siguiente:

CUADRO 2.º

	Gramos por litro
Cloruro de sodio	27,373
Cloruro de magnesio	3,363
Sulfato de magnesio	2,2437
Sulfato de calcio	1,3229
Cloruro de potasio	0,592
Carbonato de calcio	0,0635
Bromuro de magnesio	0,0647
Cloruro de rubidio	0,019
Metafosfato de calcio	0,0156
Silice	0,0149
Bicarbonato de hierro	0,0026
Indicios de otras sustancias.	
TOTAL.....	35,0639 por mil

Lyman y Fleming dan la siguiente composición para un agua de mar de 34,4616 por mil de salinidad referidas las

cantidades no a litro de agua, como en el caso de Thoulet, sino a kilogramo de la misma:

CUADRO 3.º

Iones.	
Cloruros	18,9799
Sulfatos	2,6486
Bicarbonatos	0,1397
Bromuros	0,0646
Fluoruros	0,0013
Boratos	0,0280
	21,8401
Sodio	10,5561
Magnesio	1,2720
Calcio	0,4001
Potasio	0,3800
Estroncio	0,0133
	12,6215
TOTAL	34,4616 por mil

En cuanto a la totalidad de los elementos encontrados en el agua del mar y a sus cantidades respectivas, excluidos los gases, exponemos a continuación los datos recopilados por Sverdrup. Las cantidades se refieren a miligramos por kilogramo de agua, de clorinidad 19,00 por mil.

CUADRO 4.º

Elemento	mg/kg
Cloro	18,980
Sodio	10,561
Magnesio	1,272
Azufre	884
Calcio	400
Potasio	380
Bromo	65
Carbono	28
Estroncio	13
Boro	4,6
Silice	0,02 a 4,0
Fluor	1,4
Nitrógeno	0,01 a 0,7
Aluminio	0,5
Rubidio	0,2
Litio	0,1
Fósforo	0,001 a 0,10
Bario	0,05
Iodo	0,05
Arsénico	0,01 a 0,02
Hierro	0,002 a 0,02
Manganeso	0,001 a 0,01
Cobre	0,001 a 0,01
Zinc	0,005
Plomo	0,004
Selenio	0,004

Elemento	mg/kg
Cesio	0,002
Uranio	0,0015
Molibdeno	0,0005
Torio	0,0005
Cerio	0,0004
Plata	0,0003
Vanadio	0,0003
Lantano	0,0003
Ytrio	0,0003
Niquel	0,0001
Escandio	0,00004
Mercurio	0,00003
Oro	0,000005
Radio	$0,2 \pm 0,3 \times 10^{-8}$

Incluidos el hidrógeno, el oxígeno y los gases nobles, neón, helio y argón, son 49 los elementos encontrados en disolución en el agua del mar. Pero indudablemente han de descubrirse otros más, a medida que se prosigan las investigaciones y se perfeccionen los métodos para las mismas.

SALINIDAD Y CLORINIDAD

Dado el principio de la constancia en la composición del agua del mar, en cuanto se refiere a la uniforme proporción en que en ella se encuentran disueltos los diferentes componentes, se deduce inmediatamente la evidencia de que cualquiera de ellos, y mejor aún el más abundante, puede servir de indicador del total de los disueltos. Y al mismo tiempo, demostrada la dependencia que existe entre determinadas propiedades físicas del agua del mar y su composición química, la determinación de aquel componente químico elegido como exponentes podrá servir también para la determinación indirecta de aquellas cualidades o propiedades físicas del agua.

Ya hemos expuesto lo difícil—ya que no imposible—que es el realizar con exactitud un análisis completo del agua del mar. Y esto es cierto incluso para un intento de saber solamente cuál es el peso total de las sales disueltas en una unidad de peso o volumen del agua, pues en el proceso de evaporación, al llegarse a las últimas fases de la desecación, hay determinados componentes que se pierden por volatilidad, y principalmente el cloro, uno de los principales y más abundantes.

Esto ha obligado a la adopción de técnicas y procedimientos analíticos especia-

les, que si bien pudieran ser considerados en algunos casos como no exactamente ortodoxos desde el punto de vista del análisis químico, ya que sus resultados no expresan la totalidad de los componentes disueltos, permiten en cambio determinar con facilidad valores suficientemente representativos y comparativos de la composición química cuantitativa del agua del mar y perfectamente útiles a los fines que persigue la oceanografía.

De esta forma se ha llegado al establecimiento del concepto de *salinidad*, estrechamente vinculado a la técnica analítica especial establecida por Pouch, Knudsen y Sørensen. La definición de *salinidad* fue establecida como «La cantidad total, en gramos, de sustancias sólidas contenidas en un kilogramo de agua de mar, cuando todos los carbonatos se han convertido en óxidos, el bromo y el iodo han sido sustituidos por el cloro y la materia orgánica ha sido completamente oxidada».

Como quiera que el cloruro sódico es la sal más abundante en el agua del mar (el ión cloro representa el 55 por 100 de los sólidos disueltos en ella) y que el cloro es fácil de determinar y valorar con nitrato de plata, la salinidad se determina por la valoración del cloro, teniendo en cuenta la existencia de la relación siguiente:

$$\text{Salinidad} = 0,03 \times 1,825 \times \text{clorinidad.}$$

Como según la definición de salinidad, los bromuros y yoduros han tenido que pasar a cloruros, el valor de la *clorinidad* no es expresivo de la cantidad real, por exceso, de cloruros existentes en el agua de mar.

La definición establecida para la *clorinidad* es: «La cantidad total, en gramos, de cloro, bromo y iodo, contenida en un kilogramo de agua de mar, admitiendo que todo el bromo y el iodo han sido sustituidos por cloro».

Como los conceptos de *salinidad* y *clorinidad* se refieren a cantidades de agua de 1.000 gramos, sus valores se representan en tantos por mil, es decir, *salinidad* por mil = S o/oo y *clorinidad* por mil = Cl o/oo.

Posteriormente ha sido establecido el concepto de *clorocidad*, que es la *clorinidad* por litro a 20° y que se obtiene, como es natural, multiplicando la *clorinidad* de un agua por su densidad a 20°.

PROCEDIMIENTOS DE DETERMINACION DE LA SALINIDAD

Ya hemos dicho que el procedimiento fundamental se basa en la titulación del cloro por medio de nitrato de plata, empleando cromato potásico como indicador.

Las buretas con las que se verifica la titulación, como las pipetas con las que se mide exactamente la cantidad de agua a analizar, fueron ideadas por Knudsen, cuyo nombre llevan. De esta forma, repetimos, se obtiene la clorinidad del agua y en función de ella y por la fórmula anteriormente indicada de *salinidad* = $0,03 \times 1,805 \times \text{clorinidad}$ se obtiene la salinidad.

A fin de evitar los cálculos en cada análisis, Knudsen ideó una bureta especial, cuya graduación da, directamente, la clorinidad del agua analizada, y calculó unas tablas, las «Tablas hidrográficas Knudsen», por medio de las que, y también directamente, se obtiene la salinidad en función de la clorinidad. Complementariamente a los datos de clorinidad y a su salinidad correspondiente, en las tablas de Knudsen se dan las densidades correspondientes a 0° y 17,5°, datos que como posteriormente veremos tienen gran interés.

Ahora bien, para que la bureta Knudsen pueda dar directamente las clorinidades ha habido no sólo que dotarla de una graduación y divisiones adecuadas, amén de una capacidad determinada de volumen de nitrato de plata, sino que este tiene que ser preparado con un título o normalidad especiales, adoptados por acuerdo internacional, título que se ajusta a un tipo de agua de mar, también adoptado internacionalmente, la llamada *agua normal* o *agua patrón*, cuya clorinidad equivale aproximadamente a 19,4 o/oo, y que prepara el laboratorio hidrográfico de Copenhague de la Comisión Internacional para la Exploración del Mar.

Observaciones e investigaciones realizadas con posterioridad al establecimiento del *agua normal* como patrón internacional, han demostrado que la relación entre clorinidad y plata es de 0,3285233, lo que ha servido para hacer una nueva definición de la clorinidad, que es, entonces, la siguiente: *es el número que da la clorinidad en gramos por kilogramo de agua*

de mar, es idéntico a aquel que da la masa en gramos de *espeo atómico* de la plata, exactamente necesaria para precipitar los halógenos de 0,3285233 kilogramos de agua de mar.

Esta definición, evidentemente más confusa que la anterior, tiene, sin embargo, la ventaja de independizar a la clorinidad de los cambios en los pesos atómicos, manteniendo en cambio las ventajas del concepto *clorinidad*.

Las particularidades de la bureta ideada por Knudsen, con su volumen y graduación especiales para dar directamente la clorinidad del agua de mar analizada, implican la necesidad de operar siempre, para el análisis, sobre la misma cantidad de agua. A estos efectos, la pipeta Knudsen, con la que se hace la toma de muestra, tiene también un volumen constante de 15 cc. calculados para una temperatura de 15°.

La salinidad del agua del mar puede ser calculada también por otros procedimientos.

Demostrada la relación Cl o/oo—S o/oo—densidad, podrá obtenerse la salinidad en función de la densidad, siempre que se tengan en cuenta las necesarias correcciones por temperatura.

La determinación de la salinidad por medio de densímetros o hidrómetros, da resultados aceptables cuando no se precisan exactitudes del grado de 0,01 c/oo que son las que se obtienen por el procedimiento de Knudsen. Y así, los densímetros son perfectamente útiles en investigaciones de tipo biológico-marino, pues, para la biología es frecuente no necesitar aproximaciones superiores a 0,1 o/oo.

Como dijimos anteriormente, las tablas de Knudsen dan conjuntamente a las clorinidades y salinidades, las correspondientes densidades del agua a 0° (d₀) y a 17,5° (d_{17,5}). Una vez obtenida la densidad del agua, a la temperatura *in situ*, y corregida ésta a 0° ó a 17,5°, con las tablas que acompañan a los densímetros pueden obtenerse, por medio de las de Knudsen, con toda facilidad, la clorinidad o la salinidad correspondientes.

Densímetros o hidrómetros destinados a estos fines son por ejemplo los de Nansen (1900), Petterson (1929) o Cummings (1932).

A efectos de estudios biológico-pesqueros se han construido recientemente densímetros, cuya graduación da directamente la salinidad, previa la correspondiente corrección por temperatura.

Las variaciones en la conductibilidad del agua del mar, dependen de su mayor o menor concentración salina. Por lo tanto, es posible deducir la salinidad, indirectamente, por medio de una determinación de conductibilidad. El procedimiento presenta, sin embargo, dificultades grandes y ha de ser escrupulosamente llevado a cabo, con un ajuste perfecto de los aparatos a emplear, por la enorme influencia que las variaciones de la temperatura ejercen sobre la conductibilidad de un agua de una S o/oo dada.

Un procedimiento que permita distinguir mínimas diferencias en la temperatura y las correspondientes variaciones de la conductibilidad, prestaría, indudablemente, muy notables servicios para la determinación indirecta de la salinidad.

Finalmente, la salinidad del agua del mar puede determinarse, también indirectamente, por las variaciones de su índice de refracción.

El procedimiento de los refractómetros, como en el caso anteriormente citado de los densímetros, no permite una precisión muy grande, pues, aunque, indudablemente las variaciones de la salinidad regulan las del índice de refracción, éstas últimas son muy débiles dentro de los márgenes de fluctuación de la temperatura y de la salinidad del agua del mar.

Esas débiles fluctuaciones son, sin embargo, perfectamente determinables por medio de los interferómetros, que de esta forma suplen a los refractómetros. El principio en que se basa la determinación de la salinidad por medio de los interferómetros es el de que en una temperatura dada, las variaciones en el valor del índice de refracción del agua de mar dependen exclusivamente de la salinidad.

El procedimiento requiere el empleo de aguas patrón de salinidad conocida, el de luces monocromáticas (el índice de refracción es diferente para las distintas longitudes de onda), etc., etc., por lo que no se emplea como método usual, siendo en la actualidad de poca difusión en la oceanografía.

DISTRIBUCION DE LAS SALINIDADES EN LOS MARES

La salinidad de los diferentes mares, como hemos dicho anteriormente, puede ser muy diferente. Oscila en general, como término medio, entre 33 o/oo y 37 o/oo, pero puede ser muy diferente, bajo la influencia de múltiples factores como los meteorológicos, topográficos, de aportes fluviales etc.

Mares como el Báltico, con enormes aportes de agua dulce, estrecha comunicación con el mar libre y situado en latitudes altas, donde la evaporación es reducida, pueden tener salinidades casi nulas, como ocurre en su golfo de Botnia, con salinidad muy próxima al 0 o/oo, es decir, aguas casi completamente dulces, en las que como hecho insólito en los mares, viven algunos anfibios, como las ranas, seres eminentemente dulceacuícolas.

Zonas marinas próximas a las desembocaduras de los ríos, pueden ver, temporal o permanentemente, reducida su salinidad. Tal es por ejemplo, el caso en el Atlántico, de la zona de la desembocadura del Amazonas, donde en un área de gran extensión, en pleno mar, las aguas son completamente dulces, debido a la dificultad de mezcla de la ingente masa aportada por el río, a cuya zona sigue una de aguas salobres, progresivamente más salinas, hasta alcanzar la salinidad normal de la región.

En cambio, en otros mares de latitudes bajas, con climas secos, gran evaporación y escaso aporte de aguas fluviales o meteoricas y a veces como en los casos del Mediterráneo, Mar Rojo o Mar Muerto, con estrecha o estrechísima comunicación con el océano libre, las salinidades son muy altas, pudiendo sobrepasar los 38 o/oo, como en el caso del Mediterráneo y hasta los 40 o/oo, como en los del Mar Rojo y Mar Muerto.

En mares más reducidos, prácticamente grandes lagunas litorales, estos fenómenos se hacen más patentes aún. En el Mar Menor de Murcia, situado en región en que pasan años sin llover, con estrechísima comunicación con el Mediterráneo, poco fondo y por lo tanto con una enorme desproporción entre el aporte de agua dulce o del Mediterráneo y la evaporación, hemos encontrado en verano salinidades de hasta 52 o/oo.

Los efectos de la evaporación en mares de esta índole son extraordinarios, pudiéndose citar como ejemplo el de la Mar Chica de Melilla, que con 114 millones de metros cuadrados de superficie y una profundidad media de unos 3 metros, sufre una evaporación de 153.692.309 metros cúbicos anuales, equivalentes a 421.074 días y 17.544 horarios.

De la misma forma que se encuentran salinidades muy diferentes para los distintos mares, considerada su salinidad media, en cada uno de ellos la salinidad no es uniforme, estando sometida a variaciones y fluctuaciones dependientes de muy diversos factores, independientemente de los puramente meteorológicos y de carácter muy local, cual puede ser la influencia accidental de cualquier meteoro.

Estando íntimamente relacionadas la temperatura y la salinidad por los efectos que la primera produce en la evaporación, es lógico pensar que —aparte de la relación que ambas tienen con la densidad—, los cambios estacionales en la temperatura signifiquen, paralelamente, cambios en la salinidad, al menos en las capas más superficiales del mar y más sujetas, por tanto, a la influencia de la temperatura. Como consecuencia de ello, las líneas isohalinas (las que unen puntos de igual salinidad) pueden experimentar desplazamientos estacionales, que en mares abiertos u océanos suelen ser de norte a sur y viceversa pero que en las cercanías de las costas, pueden desplazarse en cualquier otro sentido.

En la superficie del mar, las mínimas salinidades se encuentran, como norma general, en la zona ecuatorial. Aumentan después hasta alcanzar valores máximos en los 20° de latitud norte y sur. Desde estas latitudes el valor de la salinidad vuelve a ser decreciente hacia las altas latitudes.

La salinidad, en su distribución vertical, tampoco es uniforme.

El mar puede ser considerado como integrado —al igual que la atmósfera—, por dos zonas concéntricas. Una, en este caso la exterior, sometida a intensos movimientos y la segunda, en este caso la inferior, de relativa calma, ya que los movimientos que en ella se producen son muy lentos. Defant aplica a ambas zonas y por analogía a las atmosféricas, las mismas denominaciones de tropos-

fera a la que experimenta movimientos y de estratosfera a la de quietud.

En la troposfera marina, la salinidad, como los restantes factores oceanográficos, puede variar de forma considerable y en muy diversa forma, en dependencia de múltiples factores de la más diversa índole. En la estratosfera marina, la salinidad se presenta como extraordinariamente uniforme.

Los cambios o las variaciones en la salinidad no se limitan como decíamos anteriormente a las grandes masas oceánicas, ni se deben exclusivamente a aquellos factores citados. Pueden tener carácter muy local (figs. 1 y 2) y ser debidos a otras causas o a la conjugación de varias de ellas, como ocurre, por ejemplo, en las zonas costeras a consecuencia de las mareas.

Aguas aportadas en una pleamar, con una salinidad determinada, en zona costera de gran evaporación, pueden concentrarse; por una mezcla con las aguas de un río que desemboque cerca de la región, pueden en cambio diluirse. Y esas aguas concentradas o diluidas son de nuevo renovadas en la siguiente pleamar, por lo que el estudio de la salinidad en la zona, en el curso de la marea, nos dará una curva de fluctuación más o menos sincrónica con la de la elevación y descenso de las aguas (fig. 3).

LOS FOSFATOS DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR

Los fosfatos, como los nitratos disueltos en el agua del mar, y conocidos conjuntamente bajo el nombre de sales nutritivas, tienen enorme importancia, sobre todo desde el punto de vista biológico, puesto que son elementos fundamentales en la síntesis orgánica en el mar, y de ellos depende, por lo tanto, en forma fundamental, la vida en las aguas marinas.

Los fosfatos se encuentran disueltos en el agua marina en la forma de metafosfato cálcico y según Thoulet, en la cantidad media de 0,0156 gramos por litro, en una agua de salinidad de 35,0639 por mil.

Ahora bien, la distribución de los fosfatos en el mar no es ni muchísimo menos uniforme, existiendo diferencias muy grandes, unas debidas a la distribución

vertical de las aguas, otras de carácter estacional, etc., etc.

La circunstancia de que los fosfatos sean empleados por el fitoplanctón o planctón vegetal en los procesos de la fotosíntesis, hace que su concentración sea muy variable en dependencia con las fluctuaciones en la producción fitoplanctónica, y subsiguientemente con la profundidad.

Es fácil comprender que si la producción de fitoplanctón marino no es uniforme a lo largo del año, sino que tiene lugar en floraciones periódicas (una primaveral y otra otoñal, en términos generales), coincidiendo con esas floraciones se verificará un intensísimo consumo de fosfatos, con el consiguiente descenso de su concentración en el agua del mar, puesto que ese consumo no puede ser compensado, con igual velocidad, por nuevos aportes. Pasada la floración del fitoplanctón, el mar, en aquellas zonas, quedará con una concentración mínima de fosfatos, que inmediatamente comenzarán a ser renovados por los aportes terrígenos por un lado y por las capas de agua subyacentes, en las que los fosfatos se regeneran a partir de los seres muertos, que se depositan en los fondos. Habrá, por tanto, una variación estacional en el contenido de fosfatos, dependiente del fitoplancton.

Pero como éste precisa también de la luz para realizar la fotosíntesis y no se encuentra más que hasta aquellas profundidades a las que penetra la misma, es decir, en la zona fótica, y frecuentemente en un estrato muy superficial, el consumo directo de fosfatos no se realiza más que en él, y las variaciones estacionales en la concentración de esta sal nutritiva no se extiende por debajo de esa zona.

Desde el punto de vista de la distribución vertical de los fosfatos, pueden ser consideradas cuatro zonas diferentes: La 1.ª, superficial, en la que las concentraciones son débiles y la distribución uniforme en toda la profundidad que abarca, que puede ser variable. La 2.ª que alcanza hasta los 500 metros de profundidad y en la que el contenido en fosfatos aumenta rápidamente con la profundidad. La 3.ª, que comprende desde los 500 a los 1500 metros, en la que se alcanzan las máximas concentraciones de fosfatos. Y

finalmente, la 4.ª, una capa de fondo, de gran espesor frecuentemente, en las que la concentración se mantiene de forma muy uniforme (fig. 4).

El espesor de la 1.ª capa, la superficial, es frecuentemente mayor en las latitudes medias.

La renovación de los fosfatos de esta capa, a medida que se van agotando, se verifica por los aportes terrígenos, lo que tiene lugar principalmente en las zonas costeras, o por difusión a partir de las capas profundas del mar, y más concentradas. Por esta circunstancia, en aquellas regiones en que se produce el fenómeno del *upwelling* o afloramiento a la superficie de aguas profundas, la renovación de los fosfatos es más intensa y como consecuencia de ello hay mayor producción de fitoplanctón y subsiguientemente de los restantes seres marinos. Por ello, las regiones donde hay *upwelling* coinciden casi sistemáticamente con zonas de gran importancia pesquera.

La distribución de los fosfatos no es igual en los tres grandes Océanos (fig. 4). En el Atlántico, las máximas concentraciones corresponden a la capa de 1000 metros de profundidad y al norte del Antártico. A esas profundidades, o superiores a ella, la cantidad de fosfatos decrece de sur a norte, de tal forma, que la concentración en el Antártico es casi doce veces superior a la que se encuentra en el Atlántico norte.

En el Océano Pacífico no ocurre lo mismo, pues si bien en la zona correspondiente al norte del Antártico hay una concentración similar a la del Atlántico, ésta concentración aumenta hacia el norte, alcanzando el máximo hacia el Ecuador, con concentraciones doce veces superiores, a veces, que las de la región meridional. También la distribución de las concentraciones de fosfatos, en relación con la profundidad, en el Pacífico, difiere de la del Atlántico, debido al distinto régimen de corrientes profundas de ambos océanos.

En el Índico, finalmente, existe una concentración de fosfatos intermedia entre los dos océanos anteriores. El máximo de concentración se encuentra en la región ecuatorial. El mínimo, que corresponde a profundidades de unos 3500 metros, se encuentra algo al norte de los 40° de latitud sur.

LOS NITRATOS DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR

Constituyen la segunda de las llamadas sales nutritivas, y tienen —como los fosfatos—, particular importancia en la existencia del fitoplancton y, consecuentemente, en la del resto de los seres vivos.

Pese a que no existe la misma profusión de datos analíticos de los nitratos del agua del mar, como de los fosfatos, y a que incluso parecen faltar en absoluto en determinadas zonas o regiones marinas, puede afirmarse que su distribución general en el seno de las aguas es muy similar a la de los fosfatos, existiendo un gran paralelismo para ambas, —dentro de sus respectivas distintas concentraciones—, entre dichas concentraciones y sus variaciones.

Este hecho no tiene nada de particular puesto que ambas sales nutritivas están destinadas a una misma finalidad y tanto los elementos consumidores como las fuentes de producción son las mismas para ambas.

La concentración de nitratos en el Océano Atlántico es alta (fig. 5), como ocurría con los fosfatos. Y paralelamente, si bien en el Atlántico norte las concentraciones de nitratos es elevada, son mucho menores que en el hemisferio sur, como ocurría en el caso de los fosfatos.

Pacífico e Índico, también como en el caso de los fosfatos, presentan concentraciones de nitratos muy superiores a las del Atlántico, estando la capa de máxima concentración a profundidades comprendidas entre los 500 y los 1500 metros.

Por la simple ley de la constancia en las proporciones relativas de los componentes del agua del mar, podría comprenderse que las proporciones de nitratos y fosfatos tenían que guardar entre sí una relación determinada. Pero naturalmente, siendo sales cuyas concentraciones están sometidas a fluctuaciones muy diversas y a veces aleatorias, la determinación de una de ellas no puede hacerse por la de cualquiera otra, diferente de ambas. Si es posible en cambio, determinar los nitratos, de más difícil técnica analítica, en función de la concentración de fosfatos, cuando se quiere obtener una aproximación relativa, de no

gran precisión, ya que, repetimos, está demostrado el gran paralelismo existente entre las concentraciones de ambas sales en el agua del mar, relación que es lineal, y que coincide muy exactamente a la de 15:1 átomos, propuesta por Cooper para nitrógeno-fósforo.

En el agua del mar existen, además de los nitratos, otras sales nitrogenadas, como los nitritos y el amoníaco. Los nitratos son los más abundantes. Sus máximas concentraciones, en las proximidades de la superficie, pueden variar entre 1 y 600 μ g/litro.

Nitritos y amoníaco son mucho menos abundantes. Los primeros oscilan entre 0.1 y 50 μ g/litro, y los segundos, entre 5 y 50 μ g/litro. Ambos también, pueden faltar completamente.

Los nitritos, que como decíamos anteriormente, pueden faltar a determinadas profundidades, ya que su distribución batimétrica no es continua, pueden, en cambio, encontrarse junto al fondo, faltando en capas más superiores cuando la profundidad es pequeña.

En cuanto a la concentración del amoníaco en las grandes profundidades, suele ser débil y uniforme.

Como en el caso de los fosfatos, las floraciones del fitoplancton producen un descenso paralelo de las concentraciones superficiales de los nitratos, cuya regeneración, como en aquel caso, se produce o por los aportes terrígenos o por difusión a través de capas inferiores más concentradas.

La regeneración de los nitratos en el agua del mar se produce a base de los organismos muertos que caen al fondo o de los productos de deyección de los vivos. En unos y otros, el nitrógeno procede de los protidos protoplasmáticos, y es transformado de nuevo en nitrógeno inorgánico, bajo la acción de determinadas bacterias proteolíticas, quedando en forma de poder ser de nuevo utilizado por las plantas. Evidentemente, los elementos directamente utilizables por las plantas como elementos plásticos, son los aminoácidos, a los que se llega por la serie amoníaco-nitritos-nitratos. Hay un ciclo del nitrógeno, en suma, característico, que comprende a seis fases principales.

1.ª AMONIZACIÓN.—A partir de los aminoácidos animales y vegetales y por una

sección bacteriana, el grupo amino NH_2 se transforma en amoníaco. En algunos casos parece ser que el nitrógeno amoniacal puede ser utilizado directamente por las plantas, como ocurre, según Zobel, por lo menos con las diatomeas y con algunas otras algas unicelulares.

2.ª NITRIFICACIÓN.—Consiste en la formación de los nitritos y nitratos a partir del amoníaco según el proceso $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$. Es también principalmente bacteriano, aunque no puedan excluirse las fuentes fotoquímicas, y aun las de carácter eléctrico, por efecto de grandes descargas.

Se suponía anteriormente que las bacterias nitrificantes eran de origen terrestre y que no vivían bien en el medio marino, por lo que solamente se las encontraba en la región costera poco profunda. Hoy se sabe que existen bacterias nitrificantes eminentemente marinas. Los organismos nitrificantes son *Nitrosomas* y *Nitrosococcus*, que toman el carbono del anhídrido carbónico del agua y la energía necesaria para la asimilación de los fenómenos oxidativos del amoníaco o nitrito. Este fenómeno tiene lugar principalmente en la región litoral, a reducidas profundidades, o en aguas de mediana profundidad. En este segundo caso, el fenómeno se produce por una simbiosis entre bacterias y fitoplancton, lo que regula automáticamente la profundidad a que se verifica, ya que el fitoplancton está limitado batimétricamente por la zona fótica.

El paso de los nitritos a nitratos es también un proceso bacteriano en el que las bacterias, como en el proceso de la nitrificación, obtienen su carbono del CO_2 disuelto, y la energía necesaria en el proceso de oxidación de los nitritos a nitratos.

3.ª ASIMILACIÓN DEL NITRÓGENO.—Es verificada, como hemos dicho, principalmente por el fitoplancton, interviniendo también, de forma activa, las algas y fitobéngamas de fondo, aunque, como en los casos anteriores, sea la acción fitoplanctónica la fundamental. La asimilación del nitrógeno, que es un fenómeno eminentemente celular, se produce a base de los nitratos, nitritos y amoníaco, y tiene por primera fase fundamental la formación de los aminoácidos. Una vez formados éstos, e incorporados a los pró-

tidos protoplasmáticos, empieza la verdadera cadena biológica del nitrógeno, pues es a partir de este nitrógeno orgánico del que han de vivir el resto de los seres vivos, bien por ingestión directa de los vegetales, cuando se trata de elementos fitófagos, como de los animales que a su vez se alimentaron de vegetales, cuando de carnívoros se trate.

4.ª DESASIMILACIÓN DEL NITRÓGENO.—Es el proceso inverso al anterior, y en él, por la acción catabólica de los organismos, las sustancias proteicas son degradadas hasta sus aminoácidos elementales, y posteriormente, a nitratos, nitritos y amoníaco.

5.ª REDUCCIÓN DE NITRATOS Y DESNITRIFICACIÓN.—También existen bacterias marinas desnitrificantes y reductoras de los nitratos, que ejercen su acción en el proceso $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2$, es decir, hasta la liberación total del nitrógeno. Este fenómeno parece ser llevado a cabo principalmente en zonas marinas pobres en oxígeno, aprovechando las bacterias esta circunstancia para obtener ese gas que necesitan.

6.ª FIJACIÓN DEL NITRÓGENO.—Así como este fenómeno tiene particular importancia en el medio terrestre, donde determinadas bacterias pueden llevarlo a cabo, no parece que en el medio marino tenga demasiada importancia, si bien está demostrado que se produce en determinadas zonas costeras, donde las bacterias fijadoras viven en simbiosis con algas. El fenómeno, de todas formas, no es aún bien conocido, y parece depender de forma muy íntima de diversos factores ambientales.

SILICATOS DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR

Tienen también gran importancia desde el punto de vista biológico, ya que son muchas las especies de seres marinos, tanto animales como vegetales, cuyos esqueletos son silíceos, como ocurre con las algas diatomeas, los silicoflagelados, los radiolarios y determinadas esponjas.

La distribución batimétrica de los silicatos difiere de la de los nitratos y fosfatos, pues en este caso las concentraciones aumentan progresiva e ininterrum-

pidamente con la profundidad, sin que existan máximos intermedios como en aquellos casos (fig. 6).

En el Atlántico y en las aguas profundas, las concentraciones de silicatos son mucho menores en las bajas que en las altas latitudes. En el Índico, la distribución es uniforme. En el Pacífico, finalmente, como en el caso de nitratos y fosfatos, la cantidad de silicatos es más elevada que en los otros dos océanos, encontrándose concentraciones de hasta 170 μ g/litro, a profundidades de unos 1.000 metros.

Las concentraciones de silicatos, en superficie, están también sometidas a grandes fluctuaciones, dependientes de las floraciones el fitoplancton. En el Canal de Inglaterra, por ejemplo (Harvey, 1928), concentraciones de hasta 200-240 mg/litro de SiO_2 , se han reducido a sólo 40 mg/litro, como consecuencia de una floración de diatomeas.

LOS GASES DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR

En el agua del mar se encuentran disueltos todos los gases atmosféricos, es decir, oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico (estos tres los más abundantes), los gases nobles argón, neón y helio, e incluso parece evidente que pequeñas cantidades de hidrógeno.

No faltan tampoco el amoníaco, y cuando el oxígeno está ausente, es frecuente la formación de ácido sulfhídrico. Es posible también que en determinadas zonas de aguas estancadas y con activos procesos de fermentación se produzcan otros gases, como el metano.

De todos los gases disueltos, son evidentemente el oxígeno y el anhídrido carbónico los que más nos interesan, dada su fundamental intervención en la vida de los animales y de las plantas marinas.

EL OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA DEL MAR

En las aguas superficiales, en contacto con la atmósfera, la cantidad de oxígeno disuelto tiende, como es natural, a estar en equilibrio con el atmosférico. Las cantidades de este gas, disueltas en el agua del mar, pueden variar entre 0 y 8.5 cc/litro, si bien esa cantidad máxima pue-

de ser sobrepasada en ocasiones, llegando a un estado de sobresaturación en determinadas circunstancias, como pueden ser, muy bajas temperaturas, o tratarse de zonas en las que haya una intensísima actividad fotosintética, ya que, como es sabido, en el curso de la misma las plantas desprenden una gran cantidad de O_2 .

Los factores que regulan la cantidad de O_2 disuelta en el agua, y lo mismo puede decirse para el anhídrido carbónico, son los siguientes: 1.º Temperatura y salinidad del agua. 2.º Actividad biológica; y 3.º Procesos de mezcla, debidos a los movimientos del agua del mar.

La solubilidad del oxígeno decrece al aumentar la temperatura y la salinidad. Por ello, la supervivencia de los animales marinos establecidos en pequeños recintos, como los acuarios, cuando el agua se calienta, es difícil y obliga no sólo a provocar una intensa aireación del agua, sino a que la actividad respiratoria de los seres—que se manifiesta por una más rápida circulación del agua por las branquias, al moverse éstas más de prisa—, se acentúe extraordinariamente en esas condiciones. Debe tenerse en cuenta que una elevación de 10° en la temperatura del agua, duplica la necesidad de O_2 de los seres que se encuentren en ella.

En zonas restringidas del mar, las variaciones en las cantidades de O_2 disuelto pueden ser muy grandes, y tanto en superficie como con relación a la profundidad. Entre límites de profundidad de sólo 10 metros, se puede pasar de 0 a 6.4 cc/litro de O_2 . Esta circunstancia, que puede depender de la existencia en la zona de grandes poblaciones de seres vivos, cuando se debe a fenómenos físicos, puede llegar a ser, inversamente, la causa de la presencia o ausencia de aquéllos.

En las zonas pobladas por grandes masas de seres vivos, vegetales principalmente, como consecuencia de la actividad fotosintética, se llegan a producir grandes variaciones de carácter diurno en el contenido de O_2 en el agua del mar.

Aparte de los factores biológicos, ya hemos dicho que pueden ser los físicos y los químicos los que intervengan en las fluctuaciones de las cantidades de O_2 disueltas en el agua del mar. Zonas marinas en las que se produzca un gran consumo de O_2 , pueden regenerarlo por la

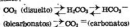
acción de las mareas (fig. 7). La temperatura influye de manera muy importante, puesto que el volumen de oxígeno capaz de saturar un determinado de agua, es función de aquélla.

Esto explica una aparente anomalía en la relación cantidad de O_2 —cantidad de vida, que se presenta cuando la de aquel gas se expresa no en cantidades absolutas, sino en porcentajes referidos al volumen de saturación. Tal es el caso, por ejemplo, del golfo de Panamá y del Mar Caribe. En el primero, la cantidad de oxígeno es, entre 150 y 300 metros, del 2 al 12 %. En el segundo, al otro lado del Istmo de Panamá, del 50 a 63 %. Y sin embargo, la vida animal es mucho más rica y abundante en el primero que en el segundo, porque en función de la temperatura, la cantidad absoluta de O_2 es mayor en el Golfo de Panamá que en el Mar Caribe.

EL ANHIDRIDO CARBONICO DISUELTO EN EL AGUA DEL MAR

El anhídrido carbónico se encuentra en el agua del mar, tanto en forma de gas disuelto como formando parte de bicarbonatos y carbonatos, hecho que tiene especial importancia, puesto que las tres formas están ligadas por una relación de equilibrio, de manera que las cantidades de unos y otros que pueden encontrarse son interdependientes.

Esta resolución de equilibrio es la siguiente:



En la superficie se tiende a una situación de equilibrio entre la cantidad del CO_2 atmosférico y del disuelto en el agua. Como es natural, dada la ecuación de equilibrio, cualquier variación en uno de los términos implica otra en los restantes, hasta conseguir una nueva situación de equilibrio.

La importancia de este fenómeno es extraordinaria, puesto que tanto el CO_2 como los carbonatos y bicarbonatos, tienen especial importancia en la vida marina. El CO_2 como elemento fundamental en el proceso de la fotosíntesis, y los carbonatos y bicarbonatos, puesto que la mayoría de las estructuras esqueléticas de

los seres marinos son de naturaleza calcárea, y es a base de aquellos carbonatos / bicarbonatos de donde toman los materiales necesarios para formarlos.

La interdependencia entre las cantidades de CO_2 , bicarbonatos y carbonatos disueltos en el agua, son causa de que las variaciones de las cantidades disueltas de cada uno de ellos puedan fluctuar con márgenes muy amplios.

La cantidad total de CO_2 disuelta en el agua del mar puede determinarse gasométricamente, previa la liberación del combinado, por la adición a la muestra de un ácido fuerte. Cuando sólo quiere determinarse la cantidad de CO_2 presente como componente de carbonatos y bicarbonatos, es preciso proceder a titulaciones.

La cantidad de un ácido fuerte necesaria para reducir el pH del agua de mar y valores de 4,5 aproximadamente, es independiente de la cantidad de CO_2 que contenga, pues esa cantidad de ácido —normalmente se emplea ClH 0,01 N—, es empleada en liberar a los ácidos débiles combinados con cationes básicos.

Si esa cantidad de ácido fuerte se expresa en los miliequivalentes de hidrogeniones (mg átomos H^+) necesarios para liberar los iones de ácidos débiles en un volumen de agua de mar, que a $20^\circ C$ equivalga a un litro, el número correspondiente expresa el concepto denominado en oceanografía como alcalinidad del agua del mar, que expresa no sólo la cantidad de iones de ácidos débiles contenidos en el agua sino la de los cationes en equilibrio con ellos y que, por otra parte, no se refiere a la cantidad de hidroxilaciones que pueda contener el agua, ya que ésta es, normalmente, alcalina.

LOS CARBONATOS Y LOS BICARBONATOS DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR

Tratemos de ellos ahora, en lugar de hacerlo a continuación de las otras sales disueltas, por la estrecha vinculación que guardan con el CO_2 . Como hemos dicho al tratar del mismo, éste se encuentra, además de como gas libre, formando parte de carbonatos y bicarbonatos. Dijimos en página anterior que, según Thoulet, en un agua de 35,06338 de salinidad existían 0,0625 gramos de carbonato cálcico

0,0026 gramos de bicarbonato de hierro por litro de agua. Son estas, como es natural, cantidades medias, puesto que, como hemos visto anteriormente, existe una interdependencia entre estas sales y el CO_2 y las fluctuaciones en las cantidades presentes de este gas, como las de O_2 , son muy grandes, debidas principalmente a la actividad vital del mar, y principalmente a la de los vegetales. Cualquier factor que intervenga en la cantidad de CO_2 presente lo hará por consecuencia en la de bicarbonatos y carbonatos, y, por tanto, los valores de las concentraciones de estas sales dependerán de la temperatura, de la salinidad, de la actividad biológica y de los procesos de mezcla debidos a los movimientos del mar.

La solubilidad del carbonato cálcico, como la de cualquier electrolito, se expresa por su producto de solubilidad. El del carbonato cálcico ($\text{K}'\text{CO}_3\text{Ca}$), en un agua de mar de 35,00 o/oo de salinidad y a 20° , es de $5,00 \times 10^{-3}$ ($0,5 \times 10^{-3}$ en agua destilada). El del carbonato magnésico es en el agua del mar de $3,1 \times 10^{-4}$ ($0,1 \times 10^{-4}$ en agua destilada). El del carbonato de estroncio es en el agua de mar de 500×10^{-5} ($0,3 \times 10^{-5}$ en agua destilada) (Waternberg, 1938).

El producto de solubilidad de los carbonatos aumenta en el agua del mar cuando lo hace la clorinidad —y por tanto la salinidad—, y decrece cuando aumenta la temperatura.

Las aguas superficiales con temperaturas y salinidad altas son, por tanto, propicias al descenso en la cantidad del CO_2 disuelto y subsiguientemente, a la precipitación de los carbonatos.

El efecto de los cambios de salinidad sobre la solubilidad del CO_3Ca es débil. Por ello, en áreas de temperaturas altas, donde se produce una activa fotosíntesis, con gran consumo de CO_2 , la precipitación del CO_3Ca es particularmente más intensa.

En cambio, en aguas más profundas, donde las temperaturas y salinidades son más bajas, las variaciones en el contenido de CO_2 total son más amplias. Las aguas profundas del Atlántico están prácticamente saturadas de carbonatos. Cuando las capas de agua están superpuestas a fondos arcillosos, se llega solo a una subsaturación. En cambio, cuando las capas yacen sobre fondos calcáreos, las

aguas están no solamente saturadas sino que en ocasiones se llega a una sobresaturación.

Como consecuencia de ello, los fondos de naturaleza calcárea pueden proceder no solamente de los detritos de seres que tenían esqueletos calcáreos y que se depositaron en el fondo al morir, sino que parte del carbonato cálcico de aquellos sedimentos puede proceder de precipitación química.

LOS OLIGOELEMENTOS CONTENIDOS EN EL AGUA DEL MAR

Como ya expusimos en páginas anteriores, al tratar en general de la composición del agua del mar, existen en ella una serie de elementos, presentes sólo en cantidades reducidísimas. Son éstos los llamados oligoelementos, que pese a estar presentes en aquellas cantidades ínfimas, tienen particular importancia en la vida en el mar. Algunos de ellos, como el cobre y el hierro son indispensables para animales y plantas. El cobre, por formar parte de la hemocianina de la sangre de determinados animales como, los moluscos. El hierro, por formar parte, por ejemplo, de la hemoglobina de otros.

El hierro tiene tal importancia que es uno de los elementos de cuya presencia depende la población y prosperidad de la vida vegetal. Parece ser que buena cantidad del hierro contenido en el agua del mar no se encuentra en forma de verdadera solución, por lo que es separable del agua por procedimientos físicos como los ultrafiltros. El hierro disuelto —en la forma de sales férricas o ferrosas—, lo está según Cooper, en la cantidad de $2 \mu\text{g/litro}$. Y sin embargo, la cantidad total es de $20 \mu\text{g/litro}$. El 16 por 100 de ese total está en la forma de componentes del plancton, alguna de cuyas formas, cual las algas diatomeas, parece que son capaces de incorporar a su seno el hierro coloidal disperso en el agua del mar, hierro coloidal que, por otra parte, puede encontrarse también formando parte importante de los sedimentos marinos.

El cobre se encuentra en el agua del mar en cantidades de 1 a $10 \mu\text{g/litro}$. Aparte de su importancia como componente fundamental de la hemocianina de

la sangre de determinados animales, actúa frecuentemente como biocatalizador. Así es, al parecer, elemento indispensable para el desarrollo de las larvas de las ostras.

El arsénico, finalmente, como último ejemplo de los oligoelementos, es importante para la vida de las plantas, encontrándose en el agua en cantidades que oscilan en tre 9 y 22 μ g/litro. Parece ser que en determinadas circunstancias, puede sustituir al fósforo en la composición de algunos seres marinos.

EL pH DEL AGUA DEL MAR

El conocimiento del pH del agua del mar tiene importancia en biología marina, ya que muchos fenómenos biológicos pueden estar regulados por el mismo. Por ello, es de interés su determinación y valoración. Ahora bien, los procedimientos usuales pueden no ser adecuados para el agua del mar. En los potenciométricos es imposible utilizar el electrodo de hidrógeno, puesto que por tratarse de un gas, su paso a través de la muestra a analizar puede disturbar la concentración en ella del CO_2 , con la consecuente variación del pH. El electrodo de quinhydrón no es tampoco adecuado para el agua del mar puesto que no sirve, precisamente, para los valores que se encuentran para el pH del agua del mar, en cuyos límites da poca exactitud. El electrodo de vidrio, de delicado y más difícil manejo, presenta dificultades para su empleo en la oceanografía.

En cualquier caso, las medidas no pueden hacerse *in situ*, sino a la presión atmosférica, lo que produce los correspondientes errores, al ser diferentes las presiones parciales de CO_2 en la atmósfera y a las profundidades de que procedan las muestras. Esos errores han de ser corregidos, a cuyos fines Buch, y Buch y Grippenbergr han elaborado las correspondientes tablas de corrección por temperatura y por presión, respectivamente.

El procedimiento usual para la determinación del pH del agua del mar, aunque de menor precisión, es el colorimétrico, mucho más generalizado y más fácil de aplicar. Los indicadores corrientemente empleados son los rojos de cresol y fenol. Cuando se trata de pH altos,

presta también muy buenos servicios el azul de bromotimol.

Los valores del pH del agua del mar oscilan generalmente entre 7,5 y 8,4; es decir, el agua es un poco alcalina. Los valores más altos es frecuente encontrarlos en superficie. En ella, dada una situación de equilibrio entre el CO_2 disuelto y el atmosférico, es decir, sin posibilidad de incremento del primero, los valores del pH suelen oscilar entre 8,1 y 8,3. Si en aguas en esas condiciones hay además una activa función fotosintética, con el consiguiente decrecimiento del CO_2 , el pH puede subir aún más.

Por debajo de la zona eufótica en la que el O_2 ha sido consumido y las cantidades de CO_2 alcanzan su máximo valor, a unos 800 metros de profundidad, se alcanzan los mínimos valores normales de pH, que son de 7,5, solo superados cuando en ausencia total de O_2 y en determinados tipos de aguas y fondos, hay producción de ácido sulfhídrico, llegándose entonces hasta valores de 7,0. Es decir, que por debajo de la zona eufótica parece existir una relación entre la cantidad de O_2 y el pH, y que debajo de la capa de mínimo contenido en aquel gas, el pH aumenta con la profundidad.

Dependiendo fundamentalmente el pH de la cantidad total de CO_2 contenida en el agua del mar, y siendo ésta a su vez función dependiente de la temperatura, de la salinidad y de su propia presión, se comprende que aquellos tres factores influyan en los valores del pH del agua del mar. Pero a esos factores hay que añadir, por influir también en la cantidad de CO_2 presente, la actividad biológica, y especialmente cuando —como expusimos anteriormente— si las presiones del gas en el agua y en la atmósfera están equilibradas, las variaciones en su contenido en el agua del mar se deben a factores biológicos como los de una activa función fotosintética.

Recíprocamente, como es normal en estos casos, si la actividad biológica influye en las variaciones del pH, el pH a su vez regula no pocas actividades biológicas. Así, parece ser que incluso puede haber una influencia del pH, en las migraciones de diversas especies de animales marinos.

CAPITULO II

CARACTERES FISICOS DEL AGUA DEL MAR

LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL MAR

El calor del agua del mar procede de muy variadas fuentes, de las que la principal es, indudablemente, la radiación solar que recibe directamente o por reflexión en el cielo, y que en suma son las siguientes:

- 1.ª La energía procedente directamente del sol.
- 2.ª La energía solar reflejada por el cielo.
- 3.ª La energía procedente, por convención, desde el fondo de los mares y desde el interior de la tierra.
- 4.ª La energía procedente de la transformación en calor, de la energía cinética.
- 5.ª La energía procedente de los procesos químicos que tienen lugar en el seno de las aguas marinas.
- 6.ª La energía procedente, por convención, de la atmósfera.
- 7.ª La energía procedente de los fenómenos de condensación del vapor de agua.

En cuanto a la principal de las fuentes de energía calorífica, la solar, se produce por transformación en calor de gran parte de las radiaciones que el mar recibe desde el sol. Birge estima que el 17 por 100 de las radiaciones solares que inciden en el mar son reflejadas por la superficie del mismo y que el 83 por 100 restante es absorbido y transformado principalmente en calor. Esta absorción de las radiaciones solares es tanto más

rápida cuanto mayor es su longitud de onda.

Pero además de aquel 83 por 100 de las radiaciones que el mar absorbe directamente, las que refleja son de nuevo recibidas, al menos parcialmente, por una reflexión en el cielo, uniéndose a aquellas que llegan al mar por una reflexión directa en el mismo medio.

Por otra parte, el mar está perdiendo constantemente calor, siendo las tres fuentes principales de irradiación las siguientes:

- 1.ª La irradiación directa a la atmósfera.
- 2.ª La irradiación, por corrientes de convención, desde la superficie.
- 3.ª La irradiación debida a los procesos de evaporación.

La pérdida de calor por irradiación a la atmósfera es muy considerable. Baste saber, por ejemplo, de que el calor que pierde un metro cúbico de agua de mar, al descender un grado su temperatura, es capaz de elevar en la misma cantidad la temperatura de una columna de aire de un metro cuadrado de base y tres mil metros de altura.

Esto se debe, indudablemente, al elevado calor específico del agua del mar, que si no es tan alto como el del agua dulce, no deja de alcanzar valores muy grandes.

El calor específico del agua del mar decrece al aumentar la salinidad. Según Krumel, los valores para una temperatura de 17,5° y para salinidades entre 0 y 40 por mil, son los siguientes:

CUADRO 5.º

Salinidad ‰	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Calor específico en cal/gramo	1,000	0,982	0,968	0,958	0,951	0,945	0,939	0,932	0,926

Es esta la causa de que el mar sea un gran termoregulator y que su proximidad o alejamiento de las tierras tenga tan marcada influencia en los climas.

En cuanto al valor de la pérdida de calor por los procesos de evaporación, la pérdida media es de una caloría por cada 1.600 cc. de agua que se evaporen.

En los procesos de difusión de calor desde la superficie a las capas subyacentes y progresivamente más profundas, influye de manera muy activa el grado de movilidad de las moléculas, siendo más rápida, la difusión cuanto mayor es el grado de turbulencia de aquellas. Por esa razón, los procesos de difusión de la temperatura son mucho más activos y rápidos en las capas superficiales —habitualmente sometidas a un régimen de movimiento muy activo—, que en las más profundas que normalmente sufren movimientos mucho menores.

La temperatura de los mares oscila —en términos generales—, entre 2° y 30°, aunque puedan alcanzarse también, en circunstancias especiales, valores más extremos. En mares muy cerrados puede llegarse a los 42° y a grandes profundidades, por otra parte y en función de la presión, puede llegarse a los -4°.

DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS EN EL MAR

La distribución de las temperaturas en el agua del mar no es, ni muchísimo menos, uniforme. Varía de unos mares a otros y a las diferentes profundidades y con características propias en cada mar y en cada época del año.

Las principales causas que motivan esas diferencias de temperatura, son muy variadas, tanto por su naturaleza, como por la cronología de su acción (figuras 8 y 9).

La latitud, que supone una diferencia en los tiempos de insolación y en la inclinación de los rayos solares al incidir sobre el mar, es una de las principales causas; están, además, la profundidad de los mares, la topografía costera y la de sus fondos, las corrientes marinas, los vientos, etc., etc.

La influencia de la latitud es evidente, por las razones que damos anteriormente, es decir, la de los tiempos de insolación

por un lado y por otro, el menor grado de incidencia de los rayos solares, que serán reflejados, por tanto, en mayor grado, descendiendo paralelamente el porcentaje de los que penetran en su seno y son absorbidos. Pero al mismo tiempo, para las mismas latitudes, hay variaciones estacionales dependientes de los factores climáticos.

La profundidad de los mares influye muy directamente en las variaciones de la temperatura. Mares poco profundos son mucho más afectados por los diferentes factores influyentes en la temperatura que los profundos. Las máximas variaciones, como es natural, se dan en las capas superficiales. Un mar poco profundo puede ser afectado por las variaciones en toda su profundidad, porque los fenómenos de convección de superficie a fondo se produzcan en toda su masa, sin la acción amortiguadora que puede producir en un mar profundo, la convección de fondo a superficie de la masa profunda del mar, de características térmicas mucho más estables.

La topografía costera puede tener también una gran influencia. Un mar cerrado, independiente de la gran masa oceánica, estará fuera de la acción reguladora de aquella gran masa. E incluso en mares no cerrados, pero con comunicación pequeña con los grandes mares, el fenómeno del aislamiento térmico se puede producir en gran amplitud.

La topografía submarina influye también y a veces de manera decisiva en la temperatura del agua de determinados mares. La existencia de fondos de pequeña amplitud en el punto de comunicación de un mar interior con el océano, como ocurre en el caso del Mediterráneo, hace que la temperatura del mar interior tenga unas características completamente diferentes de las correspondientes a la norma general en los mares. El agua del Mediterráneo, que procede casi exclusivamente del Atlántico, pues, los aportes fluviales en este mar son de pequeñísima importancia, tiene temperaturas no inferiores a los 13°, que es la que corresponde a la profundidad, en el Atlántico, del nivel mínimo del dintel que separa a ambos mares. Y aunque originariamente las temperaturas de los grandes fondos del Mediterráneo hubiesen sido la que le correspondían según la distribución general en los mares, el proceso secular de mezcla

con aguas de 13°, sin otro aporte de aguas más frías, ha ido elevando aquellas temperaturas hasta alcanzar esa de 13°, que es la mínima que hoy se encuentra en dicho mar, salvo rara excepción, que no sobrepasa, en menos, en ningún caso, los 12°.

La influencia de las corrientes marinas es de gran importancia, tanto que en muchos casos llega a anular la de la latitud, por ejemplo, a que anteriormente nos referíamos.

Regiones de latitud muy aproximada, como la Península Ibérica y la costa del norte de los Estados Unidos, tienen aguas de temperaturas muy diferentes, nota-

blemente frías en los EE. UU. por la influencia de la corriente fría del Labrador y sensiblemente templadas en la costa ibérica, por la acción de las aguas cálidas de la corriente del Golfo.

La acción de los vientos no es menos evidente y no sólo en lo que se refiere a la de los de régimen más o menos estable o permanente, sino a los de carácter estacional o accidental, bien sean generales o locales.

En lo que se refiere a la distribución de las temperaturas superficiales en los océanos, Sverdrup da el siguiente cuadro para las medias en las diferentes latitudes comprendidas entre los 0° y los 70°.

CUADRO 6.°

Lat. N.	Océano Atlántico.	Océano Indico.	Océano Pacífico.
70°-60°	5,60
60°-50°	8,66	5,74
50°-40°	13,15	9,99
40°-30°	20,40	18,62
30°-20°	24,15	26,14	23,38
20°-10°	25,81	27,23	26,42
10°- 0°	26,60	27,88	27,20
Lat. S.			
70°-60°	1,30	1,50	1,30
60°-50°	1,76	1,63	5,00
50°-40°	8,68	8,67	11,16
40°-30°	16,90	17,00	16,98
30°-20°	21,20	22,13	21,83
20°-10°	23,16	25,85	25,11
10°- 0°	25,18	27,41	26,01

Las temperaturas máximas superficiales de los océanos se encuentran algo al norte del Ecuador. Este ecuador térmico puede sufrir, por diversas causas, desplazamientos estacionales en latitud, pero sólo en muy raros casos sobrepasa hacia el sur al ecuador geográfico.

En líneas generales, y debido principalmente a la influencia de los vientos, las temperaturas superficiales del agua suelen ser algo menores en el hemisferio sur que en el norte.

En cuanto a la relación que guardan las temperaturas superficiales del agua con la atmosférica, si bien es cierto que en la superficie de contacto deben ser iguales, inmediatamente por debajo de la superficie del agua se observa un aumento pequeño, de tal grado, que puede admitirse como término medio general —y pa-

ra latitudes comprendidas entre los 55 grados Sur y los 20 grados Norte— que la temperatura superficial del agua es 0,8 grados superior en el agua que en el aire. Estas diferencias entre las temperaturas del agua superficial y el aire en su contacto, son máximas en invierno, pudiendo llegarse en el verano no sólo a la anulación de las diferencias, sino incluso a una inversión de las mismas.

Las variaciones periódicas de la temperatura superficial de los océanos se deben principalmente a las del volumen de las radiaciones solares recibidas, a las corrientes marinas y al régimen de vientos productores de los correspondientes movimientos horizontales de las masas de agua, a los movimientos verticales de las mismas, etc., etc. Estas variaciones estacionales, debidas a tan múltiples causas,

pueden alcanzar valores muy grandes como ocurre por ejemplo en el Atlántico Norte.

En el Atlántico, como en el Pacífico norte, sometidos a un régimen más intenso de corrientes de vientos, particularmente fríos en invierno, por la distribución, eminentemente nórdica de las masas continentales, las variaciones anuales en la temperatura superficial de los mares son más intensas que en las regiones sur de ambos océanos, donde las causas de variación de la temperatura se limitan mucho más, y casi solamente a las del volumen de las radiaciones solares absorbidas por el agua.

Aparte de las variaciones estacionales de la temperatura del agua, las hay de período más corto, como las diurnas por ejemplo. Se deben principalmente a las diferencias de insolación (fig. 10), que dependen por tanto del estado de nubosidad, del régimen de vientos y especialmente de la velocidad con que soplen, influyente en la producción de una mayor o menor evaporación y del consiguiente descenso de la temperatura.

Estas diferencias de temperatura pueden evaluarse en un promedio de 0.2 a 0.3 grados, si bien en las regiones tropicales se alcanzan, a veces, límites más elevados.

DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS TEMPERATURAS

La temperatura del agua del mar desciende en general con la profundidad en los océanos abiertos, salvo pequeñas anomalías de las capas más superficiales.

En las latitudes altas, la temperatura del agua desde la superficie al fondo suele ser baja, ya que las masas de agua que emergen desde la profundidad conservan sus bajas temperaturas.

En las latitudes medias y bajas existe, en cambio, una mayor diferencia de temperaturas entre las capas superficiales y las profundas, por la existencia de un estrato superior caliente —de espesor variable en dependencia de diferentes factores— cuyo estrato suele tener una temperatura muy superior a la de las capas subyacentes, en las que la temperatura desciende muy rápidamente con la profundidad, para hacerse relativamente uniforme a partir de determinadas profundidades.

Al hablar de la salinidad, decíamos que Defant aplicaba a ambas capas o estratos del agua, la misma nomenclatura que a las capas o estratos atmosféricos, denominando como estroposferas a la capa superficial de aguas calientes y sometida a considerables movimientos, y como estratosferas a la inferior, de temperatura uniformes y carente prácticamente de movimientos.

Atkins, por su parte, denomina como epitalasias a la primera y como hipotalasias a la segunda.

Ambas capas están separadas por un estrato o zona de transición en la que la temperatura desciende muy rápidamente con la profundidad. Esta capa es denominada termoclina o zona de discontinuidad.

Como es natural, la distribución vertical de las aguas está íntimamente ligada con las densidades y, sobre todo, con las de las aguas superficiales, las más fácilmente cambiantes, que pueden producir corrientes de convención verticales, influyentes a veces hasta en las capas de aguas más profundas.

Harvey (1928), da el siguiente cuadro de distribución de temperaturas para un lugar del canal de Inglaterra, muy próximo a Plymouth (50°42'N-04°22'W).

CUADRO 7.º

Prof. en metros	Temp. ° C	
0	16.15	} Troposfera o Epitalasia
5	16.08	
10	15.85	
12.5	15.82	
15	15.82	
15 a 17.5		} Termoclina o zona de discontinuidad.
17.5	12.09	
20	12.05	} Estratosfera o Hipotalasia.
30	12.05	
60	12.03	

Como se ve, la troposfera o epitalasia se extiende en este caso entre la superficie y los 15 metros de profundidad. Entre los 15 y los 17,5 metros se encuentra la termoclina o zona de discontinuidad y a partir de los 17,5 metros, hasta el fondo, se extiende la estratosfera o hipotalasia.

En la epitalasia, con una diferencia de profundidad de 15 metros, hay un descenso de 1,33 grados. En la capa de discontinuidad, en sólo 2,5 metros de profundidad se descienden 3,73 grados. Y en la hipotalasia, en una amplitud de 42,5 metros, el descenso de la temperatura es de solamente 0,06 grados.

Aparte de las fluctuaciones o variaciones de la temperatura anteriormente citadas y en relación con los diferentes mares, profundidades, etc., e independientemente también de los cambios estacionales o de otro tipo, tienen a veces importancia y sobre todo desde el punto de vista biológico las que con carácter mucho más local pueden producir las mareas en sus procesos de renovación periódica de las masas de aguas costeras. Puede decirse aquí, a este respecto, lo mismo que expusimos al tratar de estas variaciones debidas a la marea en la salinidad y en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (fig. 11).

MEDIDA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL MAR

La medida de la temperatura del agua del mar exige el empleo de termómetros especiales y de otros aparatos complementarios, cuales los tornos de lanzamiento de cables a diferentes profundidades y sobre todo, las botellas de inversión que se emplean simultáneamente para la toma de muestras de agua destinadas a las determinaciones químicas (salinidad, O₂, fosfatos, etc., etc.).

Las condiciones fundamentales que debe ofrecer un termómetro empleado a estos fines (fig. 12) son dos: exactitud de las medidas, con precisión de los centígrados y posibilidad de determinación de la temperatura a una profundidad dada.

Con estos termómetros los llamados de inversión. Están constituidos en realidad por el conjunto de dos termómetros, el verdadero termómetro de inversión o termómetro principal, y otro más, el testigo, de menor precisión.

Ambos van incluidos dentro de una funda de vidrio, cilíndrica y con los extremos hemisféricos, lo suficientemente gruesa para resistir las enormes presiones a que estos termómetros se ven sometidos (una atmósfera por cada diez metros de profundidad). Esta protección evita al mismo tiempo que la columna de mercurio del termómetro se eleve, antes de su fractura por la inversión, bajo el efecto de la presión del agua sobre el depósito de mercurio, que es lo que ocurre en los termómetros de inversión denominados con protección (fig. 12) y que se utilizan, precisamente, para medir la profundidad en virtud de la comparación de la temperaturas que marca dicho termómetro y la registrada en otro con protección, mediante el empleo de tablas especiales.

A fin de que la transmisión del calor desde el agua al depósito del termómetro principal sea rápida, el espacio comprendido entre el mismo y la funda protectora lleva también mercurio.

La escala del termómetro principal, colocada de forma invertida con relación a la posición de lanzamiento del termómetro, está dividida en décimas o medias décimas de grado, a fin de que por interpolación puedan apreciarse los centígrados. Para que esta interpolación sea fácil, el intervalo entre dos divisiones es lo más amplio posible. Por esta causa, un termómetro que pudiese servir para todas las temperaturas posibles en el mar (desde -4° a 42°), tendría una longitud excesiva y por ello se construyen diversos tipos, para diferentes intervalos de temperaturas, en relación con los mares, zonas de los mismos, o diferentes profundidades a que han de emplearse.

A los efectos de obtener las temperaturas a cualquier profundidad, sin que la temperatura marcada a aquella varíe, o para poder corregir la variación que experimente, el capilar del termómetro principal tiene una estrangulación especial, que permite la ruptura de la columna de mercurio —cuando el termómetro gira 180 grados—, a un nivel constante en cada determinación. Al invertirse el termómetro, la fracción de la columna de mercurio escindida, resbala por el capilar y se deposita en el extremo opuesto del mismo, donde está situada la escala de lectura.

Ahora bien, como esta fracción de la columna de mercurio es susceptible de

nuevas dilataciones o contracciones al pasar el termómetro en su ascenso hacia la superficie por capas de aguas más calientes o frías, es precisa una corrección de la lectura, para lo que está el llamado termómetro testigo. La ruptura de la columna se produjo, indudablemente, marcando los dos termómetros la misma temperatura. No ocurrirá lo mismo al verificarse la lectura y de la diferencia entre las de ambos y mediante unas tablas, se verifica la corrección de la del termómetro principal, que nos dará, entonces, la temperatura que había en el momento de la inversión y a la profundidad a que estaba el mismo.

LA DENSIDAD DEL AGUA DEL MAR

Así como en otras ciencias el peso específico se define como la relación existente entre la densidad de un cuerpo en relación con la del agua destilada, a una temperatura dada y a la presión atmosférica, y teniendo en cuenta que se ha adoptado como unidad en la densidad la del agua destilada a 4 grados centígrados, en oceanografía no siempre se refiere el peso específico al agua destilada a 4 grados C., por lo que, desde el punto de vista de la expresión numérica de las densidades del agua del mar y de su peso específico, los valores son idénticos, y en realidad, cuando se habla de densidades, lo que se considera es el peso específico del agua del mar.

Como es natural, dada la composición química del agua del mar, la densidad de la misma depende, además de la temperatura y de la presión, de la salinidad, cuyas tres variables se representan por σ_t , θ y p .

Quando se dan datos numéricos de la densidad del agua del mar y a fin de eliminar números con muchas cifras decimales, se suprimen el entero y la primera decimal, que son constantes, expresándose solamente los últimos cuatro decimales en forma de número entero de dos cifras, seguido de dos decimales. Así, una densidad de 1,02578, es expresada en oceanografía como 25.78.

A efectos de la oceanografía y de la biología marina, la densidad del agua del mar es considerada y calculada para tres temperaturas distintas. La primera y quizá de más valor es la densidad denomina-

da *in situ*, que se expresa como σ_t y que es la densidad del agua a la temperatura que tenía en el momento de la determinación. Interesan también la densidad a 0 grados (σ_0) y la densidad a 17,5 grados ($\sigma_{17.5}$). Las dos últimas se calculan en función de la salinidad y la temperatura por medio de las tablas hidrográficas de Knudsen, a que nos referimos al tratar de la salinidad y de la clorinidad. La densidad *in situ* (σ_t), se calcula por medio de unas tablas especiales, las de Matews o las de Mc Ewen.

DISTRIBUCION DE LAS DENSIDADES EN EL MAR

En líneas generales, puede decirse que en cuanto a la distribución vertical de las densidades en los mares, existe una estratificación de carácter estable, es decir, que la densidad del agua aumenta con la profundidad.

Bajo esta condición, las diferencias de densidad en sentido horizontal sólo pueden producirse por la presencia de corrientes que aporten a una determinada zona o nivel, aguas de diferente densidad que las que allí se encuentren. Pero aún en ese caso, las aguas que afloran tenderán inmediatamente a hundirse o a elevarse, para alcanzar el nivel de profundidad que por su densidad les corresponda, dándose origen a las correspondientes corrientes de convención.

Por otra parte, aún dando también por sentada la estratificación estable con arreglo a las densidades, esta estratificación puede verse alterada por la variación de cualquiera de los factores que en la densidad influyen, la salinidad y la temperatura.

Así, en aguas superficiales, la densidad puede decrecer por el calentamiento del agua, por el aporte de aguas dulces procedentes de lluvias, cauces fluviales o fusión de masas de hielo; mientras que aumenta por los fenómenos opuestos, es decir, el enfriamiento, la evaporación o la formación de hielos.

Ahora bien, en el momento en que la densidad del agua de una zona aumenta por cualquiera de aquellas causas, se formará una corriente vertical de convención y las aguas, por su mayor densidad, se hundirán hasta alcanzar la profundidad que les corresponda. Cuando más

intenso sea el fenómeno superficial, más intensa y durable será la corriente de convención, que de esta forma podrá llegar hasta el mismo fondo, donde comenzará por extenderse horizontalmente y una vez saturados los de mayor profundidad, comenzará a ocupar zonas progresivamente más altas o de mayor espesor.

En las latitudes bajas y medias, en las que la temperatura del agua superficial es muy alta, la densidad a ese nivel se mantiene siempre baja, pese a la intensa evaporación allí existente, por lo que las corrientes verticales de convención sólo tienen lugar en una capa de muy pequeño espesor, no dándose lugar a la formación de aguas muy densas de fondos.

En las altas latitudes, por otra parte, estos fenómenos tienen lugar, pese a la presencia de grandes precipitaciones de agua dulce, cuando se dan dos circunstancias especiales: que aguas procedentes de otros lagos y con gran salinidad, se enfríen rápidamente (como ocurre con las de la Corriente del Golfo en el Atlántico norte); o que aguas de salinidad relativamente alta, lleguen a congelarse.

Las aguas de gran densidad se originan en las altas latitudes, por lo que se explica que, al tender a hundirse y distribuirse por zonas cada vez más amplias, el agua de fondos de todos los océanos sea fría, puesto que procede de aquellas altas latitudes. Sólo en mares de régimen especial, como ocurre con el Mediterráneo por ejemplo, las aguas profundas pueden tener temperaturas elevadas.

Aunque sea norma general que las aguas descendan a mayores profundidades cuando su densidad aumenta, el descenso de las masas de agua no se produce siempre por esa causa. Puede estar provocado también por una convergencia de corrientes en una zona determinada, como ocurre alrededor del continente Antártico donde, sin embargo, aunque la salinidad de las aguas sea baja, como su temperatura también lo es, la densidad es asimismo, relativamente alta.

Como es natural, todo proceso de hundimiento de masas de agua por mayor densidad, implica una corriente de convención en sentido contrario, con elevación de aguas de menor densidad, desplazadas por las más densas, puesto que el volumen de las que descienden tiene que ser compensado por otro similar ascen-

dente. La ascensión de las aguas se produce por lo tanto cuando tienen menor densidad que la que les corresponde por el nivel de profundidad a que se encuentran y también, cuando existe un fenómeno de divergencia de corrientes.

Este fenómeno de emergencia de aguas profundas menos densas y más frías que se denomina *upwellings* y que tiene lugar frecuentemente en las cercanías de las costas, desde las grandes profundidades hasta la plataforma continental, para invadir los fondos de las mismas, tiene una importancia fundamental en la biología marina, puesto que aquellas aguas frecuentemente ricas en componentes nutritivos, vienen a renovar a las de la plataforma, agotadas por la actividad biológica de animales y plantas, dando lugar, frecuentemente, a la existencia de grandes y riquísimas zonas pesqueras.

LA LUZ, EL COLOR, Y LA TRANSPARENCIA EN EL AGUA DEL MAR

Cuando un rayo de luz blanca solar incide en el agua del mar, parte de sus radiaciones son absorbidas y transformadas en calor, como dijimos al tratar de la temperatura del agua, y otra parte es dispersada por las moléculas del agua, partículas en suspensión o microorganismos existentes en ella.

La absorción de las diversas radiaciones del espectro solar es diferente para las distintas longitudes de onda. Así, las radiaciones de la zona roja y anaranjada del espectro son más rápidamente absorbidas que las de la zona verde, azul y violeta. Para las radiaciones infrarrojas el agua del mar es prácticamente opaca. Parecería lógico pensar que las radiaciones ultravioletas fuesen aún menos absorbidas que las violetas y sin embargo no ocurre así, pues lo son también muy rápidamente, aunque no dejen de alcanzar grandes profundidades.

Este fenómeno, aparentemente anómalo, parece estar relacionado con la presencia en el agua de compuestos nitrogenados como el amoníaco, las proteínas y los nitratos que reducen la permeabilidad del agua o lo que es lo mismo, su transparencia, para los rayos ultravioletas, según experiencias realizadas por Duclaux y Jeantet.

Por otra parte, si bien son las radiaciones azules las que más profundamente penetran en el agua del mar, cuando ésta está clara, es decir, sin partículas en suspensión, no ocurre lo mismo cuando hay turbidez, pues entonces son las verdes y amarillas las que más profundamente pueden penetrar.

La dispersión de las radiaciones es tanto más intensa cuanto mayor es su longitud de onda, lo que se traduce a su vez en una menor capacidad de penetración en el seno del agua, o lo que es lo mismo, en una menor transparencia de ésta para aquellas radiaciones. Al desaparecer antes las radiaciones de la zona rojo-anaranjada del espectro solar, se comprende fácilmente por qué el color del agua del mar es azul cuando se mira desde arriba, aparte de que, como ocurre también con el color azul del cielo, éste se produce en el mar por la dispersión de los rayos sobre las moléculas o micropartículas en suspensión.

La penetrabilidad de las diferentes radiaciones luminosas en el agua del mar no puede referirse a los correspondientes coeficientes de extinción, puesto que el agua raramente se encuentra pura, ya que suele contener y en cantidades muy variables y fluctuantes, multitud de partículas en suspensión y microorganismos como los del plancton, que no sólo actúan como elementos dispersantes de la luz, sino que a su vez la absorben parcialmente.

Estas partículas o microorganismos, de color frecuentemente amarillo, al combinarse su coloración con el azul dominante en el agua del mar, son las que dan el color verde que frecuentemente se observa en las aguas marinas y principalmente en las costeras, donde tales partículas y microorganismos suelen ser más abundantes.

La penetrabilidad de las radiaciones luminosas en el agua, o lo que es lo mismo, la transparencia del agua del mar, se ha medido tradicionalmente por medio de los discos SECHI, láminas circulares de 30 centímetros de diámetro pintadas de blanco o de los diferentes colores del espectro y que se sumergen en el agua para ver hasta qué profundidad son visibles.

Como es natural, la profundidad a que se pierde de vista el disco, es la misma a la que penetra la radiación del color que tenga el mar en el momento.

Experiencias realizadas por el barco alemán «Deutschland» dieron por resultado que el disco Sechi se hacía invisible a 35 metros de profundidad con mar de color azul oscuro; a 27 metros para el color azul; a 18 metros para el azul verdoso; a 12 metros para el verde azulado y a 9 para el verde.

Con aguas intensamente azules, en el mar de los Sargazos, el disco se vió hasta profundidades de 66 metros.

A fin de poder determinar la profundidad máxima a que llegan las radiaciones luminosas en el mar, se han utilizado diversos procedimientos fundados en la acción de la luz en procesos químicos (fotografía) o en la conductividad eléctrica (células fotoeléctricas), etc.

Así, placas fotográficas sumergidas a 1.200 metros de profundidad se han impresionado, demostrándose que la luz llegaba a esas profundidades.

El color del agua del mar puede deberse, por otra parte, a fenómenos distintos de los de la luz, como son la presencia de partículas o microorganismos en suspensión, en grandes cantidades.

La acumulación de detritos terrígenos procedentes de los cauces fluviales, después de las grandes lluvias, en las zonas costeras, tñen las aguas marinas frecuentemente, dándoles colores muy diferentes del suyo característico.

Determinados elementos planctónicos presentes en el mar en determinados momentos, en cantidades ingentes, pueden producir el mismo efecto. Tal es el caso del enrojecimiento del agua de las rías gallegas, la llamada *spurga* de mar, por la presencia de miríadas de determinadas especies de radiolarios, o el del color rojo del mar de ese nombre, debido a la presencia en sus aguas de cantidades enormes de un alga coloreada de rojo, el *Trichodesmas erythracum*.

LA PRESION DEL AGUA DEL MAR

Puede decirse, en términos generales, que la presión del agua aumenta en una atmósfera por cada 10 metros de profundidad.

En Oceanografía se utilizan, además, otras unidades de presión que son:

El Torr, unidad utilizada en la química oceanográfica, y que es la presión que

ejerce una columna de mercurio de un milímetro de altura y de un centímetro cuadrado de base, a la temperatura de 0 grados C. y con un valor para la aceleración de la gravedad, de 980,665 centímetros por segundo.

En Oceanografía física se emplea como unidad la decibara o decibar; un bari

es igual a la presión de un millón de dinas por centímetro cuadrado).

Una decibara, por otra parte es casi equivalente a la presión de una columna de agua de un metro de altura por centímetro cuadrado.

Las equivalencias son, por lo tanto, las siguientes:

Una Atmósfera	=	760 Torr.
	=	$1,0133 \times 10^6$ dinas/cm ²
	=	1,0133 bar.

Por lo tanto, como decíamos al principio, cada metro de profundidad supone un aumento de presión de prácticamente una decibara, o lo que es lo mismo de una atmósfera por cada 10 metros.

La expresión numérica de los metros de profundidad es, por tanto, equivalente,

salvo pequeño error, de la de los decibaras de presión.

Esta relación entre metros de profundidad y decibaras de presión no es exacta, sin embargo, como decimos, Sverdrup da el siguiente cuadro de equivalencias para presiones de 1.000 decibaras en adelante:

CUADRO 8.º

Presión Standar en el mar (decibaras)	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Prof. geométrica (en metros)	990	1.975	2.956	3.933	4.906	5.875

Es decir, que la profundidad en metros difiere de la presión en decibaras en un 1-2 por ciento. Pese a lo anterior, insistimos, se admite como norma general que los números representativos de la profundidad en metros, son también expresión de la presión absoluta en decibaras.

La presión está parcialmente relacionada con la salinidad y con la temperatura. Las bajas temperaturas del fondo de los océanos, que suelen variar entre -1º y 4º, están asociadas con las altas presiones. Las salinidades en los grandes fondos, que varían muy poco entre 34,6 0/00 y 35,00 0/00, están también normalmente asociadas con altas presiones.

LA CONDUCTIBILIDAD

Desde el punto de vista de la biología marina y del aprovechamiento y captura de los seres marinos, interesa el conocimiento de la conductibilidad del agua del mar desde los puntos de vista eléctrico y acústico principalmente.

El primero y desde el punto de vista biológico, interesa sólo excepcionalmente, como en el caso de aquellos animales, co-

mo los torpedos o rayas eléctricas, que se defienden o atacan por medio de descargas eléctricas producidas en verdaderas pilas de que están provistos. Desde el punto de vista de la industria pesquera, por el reciente auge que está adquiriendo la captura de muchos peces por medio de la pesca eléctrica.

Desde el punto de vista de la conductibilidad acústica, interesa tanto por ser el oído uno de los sentidos más desarrollados en los animales marinos, como por la importancia que la transmisión de las ondas sonoras tiene en el empleo de los aparatos de pesca fundados en la transmisión de ese tipo de ondas.

La conductibilidad eléctrica depende, como tantas otras propiedades del agua del mar, de su temperatura y de su salinidad o clorinidad, aumentando como es lógico cuando aquéllas se incrementan. Tablas para la obtención de la conductibilidad eléctrica en función de temperatura y salinidad, han sido calculadas por diversos autores y entre ellos Thomas, Thompson y Utterbach (1934) y Bein, Hirsborn y Möller (1935).

La conductibilidad del agua para el so-

nido tiene particular importancia como decíamos, no sólo para la mecánica de la transmisión del sonido que pueden recibir los animales marinos, sino desde el de su captura o mejor dicho, desde el de su detección, por los modernos procedimientos de los ecosonadores, lupas de pesca, etc., fundados en la medida de la distancia que media entre dos cuerpos, el emisor y el detectado, en función del tiempo que tarda en llegar una onda sonora o ultrasónica del primero al segundo y regresar, reflejada, desde el segundo al primero.

Si en lugar de emplear ondas sonoras se utilizan las ultrasónicas, el procedimiento puede mejorarse, puesto que éstas son susceptibles de ser proyectadas en emisión dirigida.

La propagación del sonido en el mar se verifica a velocidades que son independientes de la longitud de onda de la radiación.

La velocidad de propagación del sonido en un líquido es función de la elasticidad y de la densidad del mismo:

$$v = \sqrt{\frac{E}{D}}$$

o lo que es lo mismo y más práctico para el cálculo, del calor específico del mismo, de su densidad y de la compresibilidad (γ , σ y K respectivamente):

$$v = \sqrt{\frac{\gamma}{\sigma K}}$$

Ahora bien, interviniendo en el cálculo la densidad del medio transmisor, la velocidad de propagación del sonido estará influenciada por la temperatura y la salinidad.

Las tablas para el cálculo de la velocidad de propagación del sonido en función de la temperatura y de la salinidad, han sido realizadas por Matews.

La velocidad de propagación del sonido está influenciada, también, por la presión, o lo que es lo mismo por la profundidad, ya que el agua, como vimos al tratar de la presión, no es absolutamente incompresible, aunque en líneas generales pueda admitirse que la expresión numérica de la profundidad corresponde también a la de la presión en decibaras.

Los efectos de la temperatura y de la salinidad en la velocidad de propagación del sonido son de la mayor importancia, sobre todo desde el punto de vista de los aparatos detectores. Un cambio de velocidad en la propagación, que es lo mismo que una variación mayor o menor en la dirección de transmisión del sonido, es decir, una refracción mayor o menor para la onda sonora, pueda suponer una barrera para esa transmisión, cuando la onda acústica tropieza con cambios muy grandes en las condiciones térmicas o salinas del agua, haciendo que pasen inadvertidos objetos que están en línea con la dirección de emisión del haz sonoro, o que aparezcan en cambio otros que no lo están. Precisamente este ha sido un procedimiento de defensa utilizado por los submarinos contra su localización por los modernos detectores Asdic, creando a su alrededor una atmósfera de temperatura elevada, capaz de desviar la emisión y de ocultar la presencia el barco.

La velocidad media de propagación del sonido en la agua del mar se puede evaluar en 1.468 a 1.500 metros por segundo y a ella se ajustan los aparatos detectores, lupas de pesca, etc., etc.

CAPITULO III

LOS MOVIMIENTOS DEL AGUA DEL MAR

Las aguas del mar, por muy diversas causas, están constantemente en movimiento, hasta el extremo de que solamente algunas capas muy profundas de los grandes fondos oceánicos puede ser consideradas como, en relativa calma.

Los movimientos del agua del mar pueden ser, entre otros, de los siguientes tipos: olas, secas, mareas y corrientes.

OLAS

Las olas están caracterizadas por su origen, debido a un movimiento originariamente circular de las moléculas del agua (que puede deformarse y hacerse elíptico y aun reducirse a un simple movimiento de adelante a atrás), movimiento en el que las moléculas no se desplazan horizontalmente, como tampoco la masa de aguas por ellas constituida, aunque sí lo haga el movimiento ondulatorio o la onda generada por aquel movimiento molecular.

Las moléculas de la superficie del mar, bajo la acción del viento se ponen en movimiento. Este, que en superficie es circular, como ya dijimos, se hace elíptico en las capas subyacentes, por efecto de la fricción y se transmite a las moléculas contiguas que lo van iniciando con progresivo retardo. De esta forma y sin que cada molécula se desplace horizontalmente una distancia superior a la del diámetro de su órbita de giro, se produce un movimiento ondulatorio, una onda que recorre la superficie del mar, en forma de una curva sinusoidal, de una strocoides, siendo como decimos solamente esta ondulación, la que experimenta un movimiento de traslación.

Esa es la causa de que se de la aparente anomalía de que, cuando el mar es suficientemente profundo para que las olas no se vean afectadas por el rozamiento con el fondo, verificándose libremente su propagación, la impresión visual

sea de que las olas se trasladan mientras que cualquier objeto que flote en el agua y sea alcanzado por las olas no haga más que elevarse en la superficie, al pasar la ondulación, pero sin experimentar desplazamiento horizontal alguno, lo que prueba que la masa de agua sobre la que se sustenta, tampoco se desplaza.

Se entiende por longitud de una ola a su longitud de onda, es decir, a la distancia comprendida entre dos vértices de la ondulación. Se llaman crestas a los vértices elevados de la ondulación y senos a los valles comprendidos entre cada dos crestas. Se denomina altura de una ola a la comprendida entre el nivel menor de un seno y el máximo de una cresta y amplitud de la ola a la mitad de esa distancia. Velocidad de propagación es la de la ondulación, es decir la velocidad aparente con que la ola se traslada, o lo que es lo mismo, al tiempo transcurrido entre el paso de dos crestas por un punto dado, siendo igual al trayecto recorrido por la ola en un segundo. La frecuencia es el número de ondulaciones por unidad de tiempo y en este caso, equivalente a la velocidad.

Este tipo de olas, denominadas olas u ondas libres o estacionarias y que se producen en alta mar por pequeños impulsos, hasta el extremo de que es raro no verlas producirse aun con mares aparentemente en calma total de vientos, son transformadas normalmente por la acción de las corrientes marinas o atmosféricas en las llamadas ondulaciones u olas progresivas (fig. 17), en las que los movimientos de las moléculas se superponen o imbrican con los de las contiguas y a los puramente circulares o elipsoidales se agregan otros de traslación en el sentido de la fuerza modificadora dominante. Se llaman también estas olas u ondulaciones, olas forzadas y su fisonomía cambia completamente con relación a la de la ola estacionaria o libre. Las dos vertien-

tes de la ola se hacen disimétricas, inclinándose más la pendiente en la cara de sotavento. En la superficie de la ola aparecen crestas y surcos suplementarios, la cresta se agudiza y si el viento es fuerte se desmorona en espuma, dando lugar a los clásicos borreguitos y cabrillas. La amplitud aumenta y son precisamente estas olas forzadas las que mayores dimensiones pueden alcanzar.

La altura de las olas y la profundidad afectada por su movimiento son menores de lo que la creencia general estima, habiéndose exagerado muchísimo sobre esas dimensiones, que dependen mucho más de las superficiales del mar en que se producen, que de la profundidad del mismo.

Las olas mayores registradas no han sobrepasado los 16 metros de altura, en el Pacífico, siendo raro que sobrepasen los 10-11 en los océanos abiertos como el Atlántico, Ártico, Índico o Pacífico. La velocidad normal de propagación puede estimarse entre 45-50 km. por hora, aunque en algunos casos pueda superarse con mucho esta velocidad, como en el caso de una de 834 metros de longitud que fué vista avanzando por el Atlántico a una velocidad de 130 km. por hora.

La longitud de onda suele ser de unas 25 a 30 veces la altura de la ondulación.

Thoulet dice que la velocidad de propagación de las olas llega a alcanzar el doble de la el viento que provocó la ondulación, por lo que la llegada de un oleaje a una costa es una buena predicción de vientos consecutivos, a mayor o menor plazo.

La velocidad de propagación es independiente de la profundidad en las olas de corta longitud de onda (olas de superficie) y depende de ella en las de larga longitud.

La altura de las olas, en los mares cerrados, es mucho menor, de 4-5 metros, por ejemplo, como máximo, en los mares Mediterráneo y del Norte.

En cuanto a la profundidad a que llega el influjo de las olas, parece ser que es mucho menor que lo que teóricamente sería previsible.

Si un movimiento producido en una superficie líquida deja sentir su influencia a profundidades equivalentes a 300 veces la altura de la ondulación producida —como se deduce de la experiencias de laboratorio—, las olas de 10 metros ten-

drian que mover las masas de agua del océano hasta profundidades de 3.000 metros. Y no ocurre así, pues en los océanos según Clajdi, la influencia de las olas llega hasta los 50 metros de profundidad, en los interiores como el Mediterráneo, hasta unos 30, y en ningún caso a mayores profundidades de las correspondientes a los límites más profundos de la plataforma continental.

La altura de las olas, tanto la de las estacionarias como de las progresivas o formadas, puede incrementarse accidentalmente por diversas causas. La principal son los fenómenos de interferencia producidos por el choque de olas progresivas con otras de la misma índole pero reflejadas en la costa por ejemplo, en fenómenos de resaca, rompientes, remolinos, etc., que son muy frecuentes.

La resaca no es sino el efecto de retardo en el avance de la ola, en su parte inferior, al rozar ésta con el fondo, lo que altera la sucesión de llegada de las olas a la costa, fenómeno que se incrementa por la aparición consecuente de olas reforzadas, que el perfil del fondo produce cuando hay resaca y que se intercalan de forma periódica entre las olas normales.

En los casos de interferencia de olas, las alturas de las mismas pueden ser extraordinarias. Olas que chocan contra acantilados y reflejadas interfieren con las normales, llegan a elevar el agua hasta alturas superiores a 60 metros de altura. El faro de Bell Rock, en la costa escocesa, con sus 34 metros de altura, se ve frecuentemente envuelto por las olas en los grandes temporales. Las crestas de las olas, en tiempos de mar gruesa, se elevan por encima de la altura del faro de la Isla Mayor en Santander.

Decíamos anteriormente que las olas se caracterizaban por la ausencia de movimiento de traslación en la masa del agua afectada por la ondulación. Esto, como es natural se produce solamente cuando la profundidad es superior a la amplitud de la ola. Cuando no ocurre así, el movimiento de las moléculas de la parte inferior de la onda sufren un retraso, por fricción con el fondo, en relación con las restantes y la propagación se altera al no desplazarse a igual velocidad las moléculas colocadas en una misma sección vertical de la onda. La cresta avanza más deprisa que el punto opuesto en la vertical

y automáticamente se produce un desplazamiento horizontal de la masa de agua. Por ello, si bien como decíamos anteriormente un objeto flotante en alta mar no es desplazado horizontalmente cuando es afectado por las olas, no ocurre lo mismo en las cercanías de las costas, donde son poco a poco arrastrados, hasta ser depositados en las playas.

Por otra parte, el efecto de fricción de la parte inferior de la ola con el fondo, cuando la dirección del oleaje no es perpendicular a la costa, al producir un mayor retardo en el avance de la ondulación en la parte de las olas que rozan con el fondo, que en aquellas que aún no llegan a ponerse en contacto con él, produce un efecto de giro en el frente del oleaje de tal forma que si la playa es suficientemente extensa, las olas acaban por ponerse paralelas a ella y romper en ese sentido perpendicular a la costa.

LAS SECAS

Son una manifestación particular de las ondas u olas estacionarias o libres que se presenta frecuentemente en las bahías, lagos, mares más o menos cerrados e incluso también en determinadas regiones costeras, aunque sean relativamente abiertas.

Estas ondas estacionarias, que implican elevaciones o descensos del nivel del agua, sin que exista una causa aparente, como el viento por ejemplo, que las justifique, son ondulaciones libres cuyo período depende de las dimensiones superficiales de la cubeta en que se producen, de la profundidad de la misma, de la topografía de sus costas y de la de su fondo, determinantes del número de nodos que ha de tener la ondulación.

En las bahías, este tipo de ondas estacionarias puede dar lugar como es natural, a desplazamientos horizontales del agua, cuya masa está en comunicación, por la boca de la bahía, con el mar libre.

Y lo mismo que las secas pueden superponerse a las mareas, incrementando o atenuando la altura de las mismas, las secas se observan en regiones del mar donde las mareas o no existen o son muy débiles, como ocurre en algunas zonas del Mediterráneo, en la Bahía de Palma de Mallorca, por ejemplo (fig. 13), donde se observan con frecuencia variaciones del

nivel del mar de mucho mayor amplitud que la correspondiente a la reducida marea normal en aquel puerto.

No se conocen todas las causas que pueden producir este tipo de ondulaciones, pero es indudable la importancia que tiene en ellas la presión atmosférica; directamente, al actuar la superficie del mar bajo la presión atmosférica, como una cubeta barométrica, e indirectamente por la acción del viento, que puede acumular las aguas en determinadas zonas de la costa, elevando su nivel o creando una ondulación libre o estacionaria. Es evidente, por otra parte que una cantidad muy pequeña de energía puede no sólo producir, sino mantener un fenómeno de esta índole.

OLAS DE TEMPORALES Y MAREMOTOS

En ocasiones, y por diversas causas, pueden producirse olas de enorme magnitud que, al llegar a las costas, por su enorme masa y velocidad de traslación, ocasionan enormes destrozos y destrucciones.

Estas enormes olas se producen por dos causas principales, los maremotos o displacements submarinos de la corteza terrestre, o por la acción de las grandes tormentas (fig. 18).

Las primeras, las producidas por los maremotos son de dos tipos a su vez. El primero es una onda estacionaria producida por un seísmo submarino que produce una ondulación longitudinal que al transmitirse en sentido vertical hacia la superficie, al llegar a ella forma la ondulación correspondiente. Estas ondulaciones pueden producir en los barcos afectados por ellas, una verdadera conmoción, que puede llegar incluso a hundirlos y que es frecuente que dé la sensación de que el barco ha tocado con un bajo fondo rocoso. No pocas informaciones erróneas de bajos fondos, en lugares donde en realidad hay grandes profundidades, se deben a fenómenos de esta causa. Similares a estas ondas son también las llamadas de explosión, frecuentes en las regiones donde son abundantes los seísmos o maremotos y son características por la enorme ola en forma de domo que originan y por ser frecuente que subsiguientemente a la ola se produzca una afluencia de gases a la

superficie, en gran cantidad. Una vez emergidas estas ondas y ya transformadas en verdaderas olas, se trasladan horizontalmente en superficie, pero decreciendo rápidamente su tamaño, de manera que es frecuente que arriben a las costas sin fuerza alguna.

El segundo tipo es el llamado de ondas u olas de dislocación o tsunamis de los japoneses y están originadas por grandes hundimientos o dislocaciones del fondo de los mares o de compartimentos costeros. Estas olas, las de mayores dimensiones conocidas, llegan también a alcanzar enormes velocidades de traslación tanto en el mar abierto como a su arribo a las costas, donde producen enormes destrozos.

Tales fueron por ejemplo las de Lisboa en 1755, la del Japón en 1703, que causó más de 100.000 muertos y la de Krakatoa, producida por una explosión de este volcán. La mayor de las olas producidas en esta explosión alcanzó una altura de 35 metros y atravesando el océano Indico dejó notar su influencia, aunque ya reducida su elevación a pocos centímetros de altura, hasta el Canal de Inglaterra, habiendo recorrido la mitad de la longitud de la tierra en sólo treinta y dos horas y media.

Estas olas de destrucción pueden ser ocasionadas también por el viento en los grandes temporales, pero tienen carácter completamente distinto que las causadas por maremotos, debiéndose su acción más a los fenómenos de inundación que producen que a su violencia. Las aguas acumuladas en un constante oleaje sobre las costas, suben de nivel y las inundan y arrasan. Tal fué el caso de Galvestón, en el año 1900, cuando las aguas destruyeron la ciudad. Una enorme depresión barométrica, con el incremento consiguiente del nivel del mar fué la causa inicial. A ella se agregó la acumulación del agua por el oleaje, y el nivel de la misma ascendió a 5 metros por encima del normal, con la consiguiente inundación y posibilidad de que las olas atacasen directamente a la ciudad.

LAS MAREAS

Pertenecen también al tipo de movimientos del agua del mar en los que solamente hay desplazamiento vertical de

las masas de agua sin traslación horizontal de las mismas, aunque sí del fenómeno ondulatorio. Esto no quiere decir que como consecuencia de estas elevaciones y depresiones del nivel del mar, y por causas complementarias, no se de origen a desplazamientos horizontales de las masas de agua y al origen de determinado tipo de corrientes a los que nos referiremos más adelante.

La causa de las mareas es la atracción que la luna y el sol ejercen sobre las aguas. Consisten en elevaciones del nivel del mar, que coinciden con los pasos de la luna por el meridiano correspondiente, seguidas de los correspondientes descensos, produciéndose dos niveles altos, los pleamares, y dos bajos, las bajamares en el transcurso de cada día lunar, es decir, cada 24 horas y 50 minutos, por lo que las sucesivas mareas se van desplazando día tras día, en un desfaseamiento de 25 minutos para cada marea equivalente, de cada día sucesivo.

El fenómeno de las mareas puede explicarse, muy sumariamente, de la siguiente forma:

Cuando la luna está frente a un determinado punto de la tierra, en un momento dado, se ejerce una atracción mutua entre ambas. Considerada solamente la atracción que la luna ejerce sobre la tierra, ésta será diferente según la distancia que separe a cualquier punto de la tierra del centro de la luna. El punto de la superficie del mar colocado más próximo a la luna experimentará la mayor atracción por parte de ella, pero a esa atracción, que dará origen a un desplazamiento del agua hacia la luna, formando una protuberancia, se sumará la acción de la fuerza centrífuga que tenderá también a separar al agua de la tierra. Esta masa de agua será restada del resto, de tal forma que en los polos el nivel descenderá tanto más cuando que allí el valor de la fuerza centrífuga es nulo. Es decir, que en principio y desde el punto de vista teórico, el nivel del mar en los polos será constante y más bajo, por el arrastre de aguas que desde ese punto y con valor creciente al decrecer la latitud, verificará la atracción lunar.

Se habrá producido, por lo tanto, una pleamar, que al girar la luna alrededor de la tierra se irá transmitiendo a su alrededor, dando lugar a un movimiento on-

dulatorio de gran período, puesto que en cuanto cesa la oposición de la luna a un punto de la tierra, y decrece su efecto de atracción, las aguas comienzan a descender de nivel.

Consideremos ahora la cara de la tierra opuesta a la posición de la que da frente a la luna. Los efectos de atracción lunar serán cada vez menores a partir de los polos, para ser mínimos en los antipodas del lugar donde se produjo la pleamar. Pero al mismo tiempo, la fuerza centrífuga no sólo no se sumará a la atracción lunar sino que se opondrá a ella y también con carácter creciente desde los polos hasta el antipoda de la pleamar. Todo ello unido, supone una menor atracción sobre la masa de aguas o lo que es lo mismo un retraso en su proceso de acercamiento a la luna, o lo que es igual una tendencia a separarse las aguas de la tierra, más intensamente a medida, que repercute en la formación de una protuberancia similar a la primera, aunque menor y a la aparición de una segunda pleamar. Por ello, en cada punto de la tierra se produce una pleamar cada 12 horas y 25 minutos, aunque el paso de la luna sea una sola vez por cada meridiano en el transcurso del día.

Como decimos, en el proceso de la marea, las aguas no hacen más que ascender y descender, pero en cambio el fenómeno ondulatorio se transmite el derredor de la tierra, simultáneamente con el paso de la luna.

En principio puede parecer que los fenómenos de elevación y descenso del nivel del agua en las mareas son iguales que los de las secas, pero no es así. La diferencia entre unas y otras estriba en que las secas son ondulaciones libres, cuyos períodos dependen de las características topográficas de la cubeta en que se producen, mientras que las mareas son ondas forzadas por una causa permanente y en las que los períodos dependen de aquellos característicos de la causa impulsiva que las produjo.

Como es natural, el fenómeno de las mareas es bastante más complicado, aunque no fuese más que porque el sol interviene también con su atracción, que se suma o se resta a la lunar en relación de la posición relativa de los dos astros con relación a la tierra. Cuando las atracciones se suman, se producen las grandes mareas llamadas de sicigias o mareas vi-

vas. Cuando sus atracciones se contrarrestan, se originan las mareas muertas, es decir las que las diferencias de nivel son mínimas.

Otros fenómenos complican a su vez el de las mareas. La conformación de las costas es una causa de las variaciones que puede experimentar la transmisión de la onda de marea. En primer lugar, la elevación de la masa de aguas en un lugar determinado, sufre un pequeño retraso con relación al momento del paso de la luna por el meridiano correspondiente, retraso que se conoce con el nombre de establecimiento de puertos y que tiene gran interés en la navegación y es característico para cada lugar de la tierra.

Además, es frecuente que el descenso del nivel del agua en las mareas se verifique más lentamente que la elevación, variando mucho la diferencia del tiempo entre ambas fases con los diversos lugares, aunque sean próximos. Así por ejemplo, la diferencia, que es de 15 minutos en Brest, alcanza a dos horas en el inmediato puerto del Havre.

La amplitud de las mareas es también muy variable, en dependencia de muy diferentes factores.

En alta mar, las mareas suelen ser muy débiles. En las islas Sandwich, en medio del Pacífico, no pasan de 30 a 50 centímetros. En las islas Canarias las mareas no pasan de un metro a un metro y medio.

En las costas, las amplitudes aumentan de manera extraordinaria. En Santander hay amplitudes de 5 metros. En la bahía del Mont-de-Saint-Michel, se llegan a los 12-15 metros. Las máximas mareas registradas lo han sido en la bahía de Fundy en Nueva Escocia, donde se llega a diferencias de 21 metros.

En los mares interiores las mareas suelen ser más pequeñas que en las costas del mar libre; en el Mediterráneo, donde son pequeñísimas, no pasando con mucho de 1 metro en Mónaco por ejemplo, con media de 30 centímetros, pueden adquirir mayor amplitud con caracteres excepcionales, cual ocurre en el Adriático, donde llegan a los dos metros.

LAS CORRIENTES MARINAS

Como hemos visto anteriormente, las olas, las secas y las mareas, aunque sub-

diariamente pudiesen provocar movimientos horizontales de las masas de agua, estaban caracterizadas por computar solamente elevaciones y descensos del nivel del mar, debidos a movimientos circulares —más o menos deformados— de las moléculas.

Existen en el mar otros movimientos, que implican desplazamientos horizontales o verticales de las masas de agua, de mayor amplitud de los ya citados en el sentido de que suponen también cambio de lugar de las masas de agua.

Son estos movimientos las llamadas corrientes marinas, producidas por muy diversas causas, de las que las principales son la acción del viento, la diferencia de características físico-químicas entre dos puntos del mar, con el consiguiente desarrollo de las llamadas fuerzas de Arquímedes, y las mareas.

Las corrientes debidas a la acción del viento tienen un marcado carácter superficial, puesto que es en superficie donde actúa el viento, aunque indirectamente se pueda dar lugar a corrientes profundas de variado sentido, en relación con la topografía de los fondos. Las corrientes debidas a las diferencias de temperatura o salinidad, o lo que es lo mismo y más sencillo a las diferencias de densidad son originariamente verticales, de descenso o ascenso, y dan posteriormente origen a corrientes horizontales tanto de superficie como de fondo.

En ambos casos, el estudio de las corrientes se hace por muy diversos procedimientos, entre los que pueden citarse el lanzamiento de flotadores, las medidas directas por medio de corrientímetros o finalmente el estudio teórico de la hidrodinámica, por las diferencias de las características físicas o químicas de dos puntos del mar, entre los que es establezca una corriente.

La dirección que llevan éstas es muy variada, en función de muy diversas causas, pero en ella hay que tener siempre en cuenta los efectos de la rotación de la tierra que las desvía de forma muy considerable y diferente en cada hemisferio. Tienen importancia en la desviación de las corrientes o simplemente en su dirección, la topografía submarina y costera, la fricción con otras corrientes, etc.

CORRIENTES PRODUCIDAS POR EL VIENTO

El viento, al soplar sobre la superficie del mar en una acción tangencial pone en movimiento a las moléculas del mismo y sobre todo cuando su acción es permanente como ocurre por ejemplo en el caso de los alisios.

Las capas de moléculas subyacentes, por un efecto de fricción se ponen también en movimiento, aunque con tanta menor velocidad cuanto mayor sea la profundidad, si bien la transmisión del movimiento de las capas superficiales a las profundas se haga tanto más rápido cuanto mayor sea el estado de turbulencia de las moléculas.

Estas partículas en movimiento, que originan la corriente y que simultáneamente sometidas a la acción de la rotación de la tierra comienzan a desviarse en su sentido de traslación hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el sur, dejan un vacío en su lugar de origen que tiende a ser llenado por las aguas circundantes o por las más profundas, formándose una serie de corrientes que convergen hacia aquel lugar. En el caso de la influencia de aguas profundas para compensar el vacío producido por aguas desplazadas por la acción del viento, se verifica el llamado fenómeno de *upwelling* al que ya nos hemos referido anteriormente y que tanta importancia tiene en el aspecto biológico.

Cuando simultáneamente con la acción del viento se generan corrientes debidas a las llamadas fuerzas de Arquímedes (diferencias de densidad), las masas de agua que se ponen en movimiento pueden ser de enorme magnitud, como ocurre con la corriente del Golfo, cuya velocidad puede sobrepasar la milla horaria y cuyos efectos se dejan sentir hasta los 150 metros de profundidad.

La influencia del viento no se debe solamente a su acción mecánica de fricción y arraste de las moléculas, sino también a otra indirecta, al poder hacer variar la temperatura de las aguas, o su salinidad por un efecto de evaporación, y en suma su densidad, poniendo en marcha a las fuerzas de Arquímedes productoras de las corrientes de convención.

La acción del viento puede producir, por otra parte, corrientes especiales cuando las masas de agua tienen características también especiales de densidad y estratificación y la topografía del mar ofrece también ciertas particularidades.

En un mar cerrado cuyas aguas estén perfectamente estratificadas y con diferencias muy grandes de densidad en superficie y fondo, con existencia de una neta capa de discontinuidad separándolas la acción del viento provocará en superficie una corriente en su mismo sentido. Al llegar a la costa, las aguas acumuladas se hundirán en profundidad, pero no hasta el fondo, sino hasta el nivel de la capa de discontinuidad a cuyo nivel se producirá una corriente horizontal de sentido inverso a la superficial, que irá a compensar a aquella, rellenoando con sus aguas el vacío que quedó en el punto de origen del movimiento.

Pero la corriente producida al nivel de la capa de discontinuidad, en las aguas menos densas provocará, por fricción otra en la subyacente más densa, que correrá paralela a ella. Llegado al punto en que las aguas de la corriente profunda poco densa se elevan, las densas se dirigirán al fondo y al llegar a él, originarán una corriente paralela al mismo y en la misma dirección que la superficial. Al llegar a la costa se elevarán para cerrar el circuito. Es decir que el viento superficial habrá dado lugar a dos circuitos de corriente que girarán en sentido inverso.

En determinadas circunstancias en que el circuito profundo pueda aflorar a la superficie en cualquier punto, como su dirección es contraria a la del superficial, se dará la apariencia anómala de un viento que, soplando en una dirección constante, da origen a dos corrientes de sentido opuesto.

En algunos casos, la existencia de un centro anticiclónico provoca la formación de una serie de corrientes convergentes en el centro del ciclón, que afluirán en el sentido de las agujas de un reloj en el hemisferio norte e inversamente en el sur. Las aguas acumuladas formarán primero una prominencia y además se hundirán cada vez más profundamente, provocándose un descenso de masas de aguas por una causa independiente de la densidad y es más, obligándolas a ocupar niveles

que no les corresponden en relación con la densidad de las aguas circundantes.

En un centro ciclónico el fenómeno será inverso. Se dispersarán las aguas a partir del centro del ciclón, y su lugar será ocupado por aguas profundas más densas.

CORRIENTES PRODUCIDAS POR DIFERENCIAS DE DENSIDAD

El principio del equilibrio implica que cuando haya dos masas de agua de diferente densidad tiendan a equilibrarse, estableciéndose corrientes de convención. Si en un punto de la superficie del mar y por la causa que sea la densidad del agua aumenta, ésta se hundirá para ocupar el nivel que le corresponda, dejando un vacío que será ocupado por aguas circundantes que afluirán por la formación de corrientes horizontales. El agua descenderá, desplazando a su vez a otras masas de agua que a su vez, en una corriente horizontal se trasladarán para ascender en el punto en que se originan las corrientes superficiales, para cerrar de esta manera el circuito.

En las altas latitudes donde las aguas son frías y densas, se hunden hacia el fondo. Su lugar es ocupado por aguas menos densas y más calientes procedentes de las bajas y medias latitudes; el vacío que dejan éstas es ocupado por aguas más profundas que ascienden y que proceden a su vez de las que por el fondo venían desde el lugar en que, en las altas latitudes se inició el circuito.

Habrà por lo tanto y hablando en términos generales, una corriente vertical de descenso de aguas en las altas latitudes; otra norte-sur o sur-norte, según el hemisferio, que correrá desde las altas a las bajas latitudes; otra ascendente hacia la superficie en las altas latitudes y finalmente una cuarta sur-norte o norte-sur, según el hemisferio, que correrá en superficie desde las bajas a las altas latitudes. Estas direcciones, como es natural, son alteradas por el efecto de rotación de la tierra.

En ocasiones, las corrientes debidas a las fuerzas de Arquímedes no forman un circuito cerrado, o al menos éste no es completo en apariencia. Tal es el caso del Mar Mediterráneo, en el que las aguas de gran salinidad y alta densidad salen por el estrecho de Gibraltar, a una deter-

minada profundidad, intercalándose posteriormente entre las del Atlántico, cuyas aguas superficiales entran en superficie en el Mar Mediterráneo para compensar el déficit de aguas de este mar, pero sin que se establezca un circuito cerrado entre ambos mares.

Cuando las aguas marinas ven reducida su salinidad por un efecto de dilución, cual ocurre por la fusión de grandes masas de hielo, su densidad aumenta y se hunden en el fondo, en un fenómeno inverso al del *supwelling* y que se denomina *scabellings*.

CORRIENTES DE MAREA

Si las costas que rodean al mar fueran acantiladas y completamente verticales, aunque la onda de marea se trasladase como lo hace, las masas de agua se limitarían a experimentar los correspondientes movimientos de elevación y descenso.

Pero no ocurre así; las costas decrecen en profundidad con mayor o menor rapidez e inclinación. Y cuando se produce una elevación del mar en un punto determinado, si la costa es inclinada y no vertical, las aguas se desplazarán para ir a ocupar los nuevos fondos accesibles, estableciéndose una corriente, que será inversa en el reflujo, originándose de esta forma las llamadas corrientes de marea. La manifestación más inmediata de estas corrientes es la que se produce cuando sube la marea en las costas inclinadas, conocida con el nombre de *eflujos* y la de *retroceso* o *erefujos* que se verifica al descender el nivel de las aguas.

Las características de las corrientes de marea dependen extraordinariamente de la topografía costera y submarina. Así en determinados estrechos de relativa poca profundidad, alcanzan velocidades y fuerzas extraordinarias, velocidades que pueden alcanzar a las 10 millas horarias y fuerzas que, al menos teóricamente son extraordinarias, como calcula Marmier para la bahía de Pundy —donde la velocidad de la corriente de marea no sobrepasa mucho la milla horaria, y la fuerza desarrollada puede llegar a los 200 millones de caballos.

LAS CORRIENTES PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES OCEANOS

Océano Atlántico, (fig. 14).

Corrientes del Golfo y ecuatorial del norte.—Se origina en las costas del Senegal y a la altura de las Canarias, bajo la acción del aliso, dirigiéndose hacia el W. sin llegar a tocar al Ecuador por impedírselo la corriente surecuatorial, procedente del SE. Ambas, reunidas, se dirigen hacia América con velocidades de 15 a 17 millas diarias y hacia las Antillas. Al llegar a ellas, la corriente se divide en dos. Una rama, la nórdica, bordea las Antillas y se dirige hacia las Bahamas para integrarse en la corriente del Golfo. La rama sur, penetra en el Golfo de México, lo bordea, pasa entre las Antillas y la península de Florida, y se une a la rama anterior, caracterizándose por su temperatura, de unos 18 grados y su elevada salinidad.

Su anchura, que es de unos 55 kilómetros, se amplía, hacia la altura de Charleston, a unos 250, y la velocidad se reduce a unos 130 kilómetros diarios desde los casi 320 que tenía al pasar por el estrecho de la Florida. Bordea la costa norteamericana y pronto se adentra en el Atlántico aumentando cada vez más su anchura y perdiendo velocidad. Al llegar a Terranova, se divide en dos. Una conserva su dirección primitiva siguiendo hacia las Azores, costa de Francia y España y siguiendo hacia el sur, llega a las costas africanas para cerrar el circuito iniciado en el Senegal.

La otra rama se dirige a Inglaterra, Escandinavia y penetra entre ésta e Islandia en el Mar Glacial del Norte, donde se pierde.

Corriente de Groenlandia.—Es una corriente de aguas frías que se origina en el mar Polar del Norte, en la costa siberiana y avanza por Nueva Zembla desembocando en el mar de Baffin por Groenlandia.

Corriente del Labrador.—Es también una corriente fría. Se inicia en las islas y costas del Mar de Baffin y de la península de Labrador, dirigiéndose hacia Terranova y regiones meridionales más cálidas del Canadá y Estados Unidos, entre dichas costas y la rama ascendente de la Corriente del Golfo, para perderse

aproximadamente a la altura del Cabo Hatteras.

Corrientes del Atlántico Sur.—La principal es la denominada de Benguela, de aguas frías, que corre hacia el Norte por la costa africana.

Se continúa con la corriente surecuatorial, que atraviesa el Atlántico paralelamente a la rama nordecuatorial de la corriente del Golfo. El circuito se cierra hacia el sur, por la llamada corriente del Brasil. Tanto la corriente surecuatorial como la del Brasil, son corrientes cálidas.

CORRIENTES DEL OCEANO PACIFICO. (figura 15).

Circuito de la corriente negra o Kuro Sivo.—Corresponde, en el Pacífico, a la corriente del Golfo en el Atlántico. Su rama más ecuatorial corre desde California hacia las Filipinas, donde se divide en dos, una que se dirige al norte, para bañar las costas occidentales del Japón, que forma el verdadero Kuro Sivo y otra poco importante que con dirección sur, va hacia Nueva Guinea, donde se incorpora al circuito del Pacífico sur.

La rama norte se separa en seguida del archipiélago japonés y con rumbo Este se dirige por encima de los 40 grados Norte hacia la costa americana y canadiense, donde vuelve a bifurcarse en una corriente que marcha hacia el sur, que cierra el circuito en California, y otra que con dirección norte y por las costas canadienses y de Alaska se pierde al norte de las Aleutianas en el mar de Bering.

En el Pacífico norte existe otra corriente, en este caso fría, que se inicia en el mar de Bering y que por las costas orientales de Siberia se pierde en la isla de Yezo del archipiélago japonés.

CORRIENTES DEL PACIFICO SUR:

En el pacífico Sur, se encuentran la corriente del Perú, similar por sus características a la de Benguela del Atlántico, la Ecuatorial del sur, equivalente a la sudcuatorial atlántica y la de Australia Oriental que equivale a la del Brasil.

La corriente del Perú, originada en la gran corriente austral, llega por el norte hasta la isla de los Galápagos.

CORRIENTES DEL OCEANO INDICO: (figura 16).

La corriente del Océano Indico es de menor importancia que la de los otros dos océanos. Corre a lo largo del Golfo de Bengala y el mar arábigo, para cerrar el circuito en una contracorriente ecuatorial. Este circuito presenta la particularidad de que su dirección cambia completamente según la época del año, en relación con el régimen de los monzones. En el verano corre de Oeste a Este en las costas, y de Este a Oeste en el invierno.

En el Indico del sur, hay un circuito formado por la corriente de Australia, muy semejante a la de Benguela, una corriente ecuatorial que va de Este a Oeste y finalmente, la corriente de Madagascar.

Es normal que todas las corrientes antes citadas den origen a las correspondientes contracorrientes de las que las principales son: la de Guinea en el Atlántico, la contracorriente ecuatorial en el Pacífico y la que se origina solamente en el invierno, también ecuatorial, en el Indico.

CAPITULO IV

TOPOGRAFIA, BATIMETRIA Y GEOLOGIA SUBMARINAS

DISTRIBUCION DE TIERRAS Y MARES

La simple observación de un globo terráqueo demuestra, en seguida, la desigual distribución de tierras y mares y la desproporción existente entre unas y otros.

De una extensión de unos 510.000.000 de kilómetros cuadrados del geóide, 354.062.350 (según Murray) o 365.501.000 (según Krümel), es decir, unos 365.000.000 en números redondos, y equivalentes al 70 por 100 de la superficie del globo, están ocupados por el mar, lo que supone, entre tierras y mares, una relación de 1:2,6.

Los continentes, por otra parte, se acumulan principalmente en el hemisferio norte, que tiene sólo un 60,7 por 100 de mares, frente al 80 por 100 del hemisferio sur, que es por lo tanto, eminentemente oceánico. (figs. 19 y 20).

Si en lugar de considerar a los hemisferios naturales, referidos al norte y sur del ecuador terrestre, se consideran otros dos (figs. 21 y 22), referidos por Penck a un polo norte situado en Francia, en Clcyer, cerca de Orleans, y con un ecuador que pasaría por el Cabo de Buena Esperanza, por el extremo sur de las penínsulas de Malaca y California, etc., etcétera, se obtendría una distribución de tierras y mares aún más desigual, con un hemisferio norte mucho más eminentemente continental que el auténtico, y uno sur casi exclusivamente oceánico.

Con arreglo a los hemisferios clásicos se encuentra también otra particularidad, consistente en el fenómeno de la oposición de mares a continentes. El océano Ártico, con profundidades de hasta 3.800 metros, se opone al continente Antártico. El centro del Pacífico tiene sus antípodas en el centro del continente euroasiático, etc.

Mientras los continentes se adelgazan en superficie hacia el sur, ocurre lo contrario con los océanos, que presentan una fisonomía inversa.

Puede estimarse, que la longitud de las costas de la tierra equivale a unos 260 mil kilómetros (según Penck y Krümel), es decir, más de seis veces la longitud del ecuador.

En cuanto a las diferencias de nivel entre las tierras y los mares, a las máximas alturas continentales, como la de 8.862 metros del Everest, se oponen las profundidades de 10.430 metros de la fosa del Emdem, en Filipinas, lo que supone una diferencia muy superior a los 18 kilómetros.

El volumen de las tierras emergidas es muy inferior al de las sumergidas. Si los materiales de las montañas rellenasen los valles y bajos niveles, la tierra firme alcanzaría una altitud de 700 metros solamente. Si lo mismo se hiciese con las tierras sumergidas y se alcanzase para todas ellas un nivel uniforme, la profundidad de los mares sería de unos 3.650 metros.

BATIMETRIA SUBMARINA

Como es sabido, la corteza terrestre está constituida exteriormente por dos capas, el sial y el sima, formada la primera por silicatos aluminicos y la segunda por silicatos magnesianos.

El sial, la capa más externa, es discontinuo, y formando los bloques continentales flota sobre el sima, que no tiene soluciones de continuidad. De esta forma, se da la circunstancia de que, desde el punto de vista de la constitución geológica del fondo de los océanos, mientras unos como el Atlántico están formados por el sial del puente que une al continente americano con el euroasiático, otros

como el Pacífico, están constituidos por el síma.

Tanto las profundidades de los océanos como las altitudes de las tierras se refieren al nivel medio del mar, por lo que pueden cambiar, relativamente, ya que parece ser que el nivel medio de los océanos no es constante. Es obligado referirse a un nivel medio, puesto que los diferentes océanos tienen niveles distintos. No ya por los efectos de las mareas, sino porque la acción de atracción de las masas continentales sobre el agua de los mares, dependiente de su masa, hace que los niveles en sus proximidades sean diferentes. Estas diferencias de nivel entre los diferentes lugares de los océanos son los que dan al esteroide terráqueo su forma característica denominada de geoides.

Las profundidades de los mares y océanos se refieren a líneas determinadas que unen puntos de igual profundidad y que se denominan isobatas.

La distribución y magnitud de las profundidades submarinas, su batimetría, es muy diversa.

Las mayores profundidades, como decíamos anteriormente (fosa del Emdem, con 10.430 metros, en las Filipinas), sobrepasan con mucho las mayores altitudes de la tierra firme. Profundidades de 4.000 a 6.000 metros, son frecuentes, siendo ya escasas las superiores a los 6.000 que suelen encontrarse, por otra parte, en zonas muy restringidas de los mares, las llamadas fosas, que es frecuente sean estrechas y alargadas y estén situadas en las proximidades de las costas bordeadas de altas cordilleras.

Puede estimarse que la profundidad media de los océanos es de unos 4.000 a unos 5.000 metros.

La conformación del relieve submarino, es decir, la distribución de las irregularidades de su fondo, pose a sus enormes contrastes, ha sido considerada generalmente como de perfiles y formas más suaves que los de la tierra emergida.

Evidentemente, la erosión en las masas continentales es mucho más activa que la submarina, dando lugar a formas de relieve más abruptas y recortadas.

Si se trazan las curvas del relieve de las masas continentales y las de los fondos submarinos, es decir, la curva hip-

sográfica, se observa que la correspondiente a las tierras emergidas es única y con concavidad hacia afuera, demostrativa de una intensísima acción erosiva.

El sector de la curva correspondiente a los fondos submarinos está formado por dos trayectos, separados por dos curvas convexas, situadas a las profundidades de 2.000 y 3.000 metros, aproximadamente, convexidades que son exponentes de una ausencia de erosión y de una conservación consiguiente de las formas de relieve originarias.

DISTRIBUCION DE LAS PROFUNDIDADES

A efectos de la terminología necesaria para el conocimiento de la topografía submarina se ha definido una serie de nombres. No estimamos necesario hacer mención aquí de la terminología de la topografía costera, común a la geografía, y definir lo que son continentes, penínsulas, islas, archipiélagos, rías, canales, estrechos, etc., etc.

La nomenclatura para la topografía submarina fué propuesta en congresos realizados en Wiesbaden y Washington, en las que se hicieron las siguientes definiciones.

1.—FORMAS DE GRAN EXTENSIÓN:

1. **Plataforma continental.**—Es el zócalo que bordea a los continentes, a cuyo dominio pertenece y que se extiende con mayor o menor extensión o amplitud, según los casos, hasta unos 200 metros de profundidad.
2. **Profundidades rodeadas completamente por elevaciones del fondo submarino.**
 - a) **Cuencas.**—Caracterizadas por ser aproximadamente isodimétricas.
 - b) **Valles.**—Que son alargados, y con los bordes en pendiente leve.
 - c) **Cañones o barrancos.**—Que son depresiones alargadas y estrechas, con los bordes escarpados y frecuentemente disimétricas.

Cuencas y valles pueden tener ramificaciones subsidiarias en la forma de golfos, canales, etc., etc.

3. Elevaciones rodeadas, de profundidades, o destacadas del reborde o plataforma continental.
 - a. Umbrales.—Son elevaciones anchas o alargadas, de cualquier altura, pero con pendientes suaves.
 - b. Crestas.—Son elevaciones alargadas con pendientes abruptas.
 - c. Plataformas.—Son elevaciones de extensión mayor que las anteriores y más o menos isodiamétricas.
4. Fosas.—Son pequeñas extensiones frecuentemente alargadas donde se encuentran las mayores profundidades de los mares.

II.—FORMAS DE MENOR EXTENSIÓN:

1. Elevaciones.
 - a) Crestas, que son alargadas y estrechas.
 - b) Elevaciones aisladas o montañas submarinas.
 1. Domos.—De pequeña base, pero con pendientes bruscas y situados a más de 200 metros de profundidad.
 2. Bancos.—Que llegan a alcanzar profundidades menores de 200 metros.
 3. Arrecifes o bajos fondos. Que llegan a profundidades menores de 10 metros y constituyen, por tanto, peligro para la navegación.
2. Profundidades
 - a) Calderas.—Que son ahondamientos más o menos abruptos y de áreas más o menos restringidas.
 - b) Surcos.—Que son como fracturas del fondo, en forma de valles o canales, frecuentes en la plataforma continental y con direcciones más o menos perpendiculares.

Aunque la profundidad de los mares y océanos aumente normalmente a partir de las costas y hacia el centro de los mismos, la línea general del fondo es convexa y sólo excepcionalmente y en pequeñas extensiones cóncava.

Si la línea general del fondo de los océanos fuese cóncava, como a primera vista pudiera parecer lógico, se alcanzarían en los mares y océanos profundidades fabulosas. Si el fondo del océano Atlántico fuese solamente plano, no ya cóncavo, entre sus costas este y oeste, en su centro se alcanzarían profundidades superiores a los 1.150 kilómetros.

Las grandes profundidades de los océanos no se encuentran, por otra parte y como también parecería lógico pensar, en el centro de su extensión, sino en sus bordes y frecuentemente, como decíamos anteriormente, en las proximidades de las costas marginadas por altas cadenas montañosas, por lo que parece existir una correspondencia recíproca entre la existencia de grandes profundidades y grandes altitudes próximas.

En cuanto a la distribución de las profundidades en los diferentes océanos, remitimos al lector a los correspondientes mapas de las figuras 23 a 26, correspondientes a la batimetría de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico, Ártico y Antártico. Sólo haremos aquí mención de algunas particularidades más salientes de algunos de ellos.

El Océano Pacífico (fig. 23), está rodeado de grandes cadenas montañosas, que se corresponden frecuentemente, en las inmediaciones de la costa, con grandes profundidades. No hay prácticamente plataforma continental y su fondo es en general plano, salvo la existencia de alguna pequeña cresta, de poca importancia.

En el Océano Atlántico (fig. 24), hay un declive más suave de los fondos, con existencia de una plataforma continental, en ocasiones de enorme extensión. A continuación de esa plataforma se encuentran las grandes profundidades, y el fondo no es plano en general. Hay una gran cresta de Este a Oeste, la Wyville-Thompson, que con la isla de Islandia separa a las aguas frías nórdicas de las más cálidas meridionales.

Otra segunda cresta corre de Norte a Sur, con grandes altitudes y desde Islandia a la latitud del Cabo de Buena Es-

peranza y divide al océano en dos compartimentos, uno oriental y otro occidental.

En el Océano Índico (fig. 25), se encuentran las máximas profundidades cerca de la isla de Java, con 7.000 metros, existiendo también una cresta, denominada sîndica, que se extiende desde la India a la Antártida, que tiene menores elevaciones que la norte-sur del Atlántico.

LAS ZONAS BATIMÉTRICAS Y SU RELACION CON LAS FÓTICAS Y AFÓTICAS. LOS DISTRITOS O REGIONES MARINAS

Ya hemos dicho que es frecuente que los continentes se continúen por debajo de las aguas en una especie de sòcolo, que se extiende hasta las profundidades de unos 200 metros. El límite entre los dominios continental y marino no se encuentra, por tanto, en la línea superior de contacto entre las aguas y las tierras, sino por debajo de ella y tanto más alejada de la misma, cuanto menor sea la pendiente de descenso en profundidad de la plataforma continental.

Por lo anterior, deben ser tomadas en cuenta como sólo relativas las proporciones que se han dado anteriormente para la repartición de tierras y mares. Las cifras dadas, sólo son válidas para la relación superficie del mar-tierras emergidas, pues en cuanto se refiere a la extensión de las masas continentales, a la superficie de las tierras emergidas hay que sumarle la de la plataforma continental.

La extensión de la plataforma continental en cada lugar de la tierra es muy diversa. Hay regiones en las que prácticamente no existe, por descender la profundidad muy bruscamente, como ocurre en nuestra acantilada costa cantábrica. En otras es extensísima (en la costa del Sahara español hay regiones en las que es preciso navegar más de 60 millas para pasar de los 50 a los 100 metros de profundidad), hasta el extremo de que si en algunas de ellas, como en el canal de la Mancha o entre Cataluña y Baleares, el nivel del mar descendiese un número no muy elevado de metros, la configuración de las costas cambiaría completamente, uniéndose a los continentes no pocas islas que hoy están separadas de ellos por amplios espacios de mar.

Dentro del dominio de la plataforma continental (fig. 32), hay una zona más restringida, la más próxima a la tierra, en la que los efectos de la erosión marina son mucho más intensos y donde se produce, frecuentemente, una superficie más o menos plana, debida a la abrasión, denominándose a esta zona *plataforma litoral*, o *plataforma costera*.

A la plataforma continental sigue el talud de caída hacia los grandes fondos de la zona abisal, donde se encuentran también las fosas submarinas. Es decir, que, desde la costa hacia el mar, encontramos las siguientes zonas:

1. La plataforma litoral o costera, comprendida entre las profundidades máximas y mínimas que alcanzan las mareas, por lo que se le llama también *sregión intercotidal*.
2. La verdadera plataforma continental, de la que forma parte la anterior región y que se extiende hasta las profundidades de 200 a 250 metros.
3. El talud continental, o pendiente de caída desde la plataforma continental hacia los grandes fondos.
4. La región abisal o abismal, de los grandes fondos.

Estas regiones del fondo de los mares, se corresponden, desde el punto de vista de la vida en el mar, con una serie de regiones oceánicas o distritos marinos, que son los siguientes:

La plataforma costera, la continental, el talud continental y la región abisal, incluidas las grandes fosas, es decir, la *región del fondo*, constituyen el llamado **SISTEMA BENTONICO**.

Las aguas situadas sobre la plataforma costera (llamada también *nerítica*), y sobre la plataforma continental, constituyen la *Región nerítica*.

Todas las aguas situadas sobre el talud continental y sobre la región abisal, es decir, las que se superponen a profundidades superiores a los 200 metros, constituyen la *Región oceánica*.

Esta, a su vez, se subdivide en dos zonas. Una superior, que abarca hasta profundidades de unos 200-250 metros, y que es la *Región pelágica*. La segunda y sub-

yacente a la primera, que llega hasta el fondo y que forma la Región batipelágica. Ambas reunidas constituyen en oposición al sistema de fondo o bentópico, el llamado SISTEMA PELAGICO.

Desde el punto de vista de la iluminación de las aguas, la región nerítica y la pelágica están iluminadas, puesto que la luz llega hasta los 200-250 metros de profundidad. Esta zona recibe el nombre de *sfótica*, en oposición a la subyacente, que se extiende desde los 250 metros hasta el fondo, en la que ya no penetra la luz y que es denominada como zona o región *asfótica*.

Como veremos más adelante, estas diferentes regiones mencionadas, estas zonas y sistemas, están vinculadas por sus características especiales a determinadas formas de vida y de fauna y flora, de caracteres también especiales.

CONSTITUCION Y DISTRIBUCION DE LOS FONDOS MARINOS

Ya dijimos anteriormente que el fondo de los mares y océanos estaba constituido por rocas de carácter síalico o por el síma, cuando éste, como en el caso del océano Pacífico no estaba recubierto por el síal.

Ahora bien, sobre las rocas constitutivas del fondo, se ejerce constantemente una acción erosiva y, por otra parte, un fenómeno no menos permanente de sedimentación. Y así, aunque existan regiones en las que las rocas constitutivas del substratum afloran en el fondo de los mares, es lo más frecuente que estén recubiertas de una capa más o menos gruesa —a veces de espesores formidables—, de diversos tipos de sedimentos.

El origen de éstos es muy vario. Los productos de alteración de las mismas rocas del fondo pueden acumularse *in situ* o ser transportados por las corrientes a zonas más o menos alejadas. Puede tratarse de sedimentos de origen terrígeno o costero, que transportados por las corrientes se depositan alejándose de las costas en orden inverso al de su estado de fragmentación y densidad, o lo que es lo mismo a su mayor o menor capacidad de *eflotación*.

Los sedimentos pueden tener también origen cósmico o extraterrestre; pueden proceder de la precipitación química, lle-

vada a cabo en el mismo seno del agua, y finalmente pueden proceder de la acumulación multisecular de los restos de los animales y de los vegetales marinos, principalmente los de las formaciones esqueleticas silíceas y calcáreas, que llegan a formar espesores extraordinarios en los fondos de los océanos.

Las cartas donde se exponen las profundidades y calidades de los fondos, reciben el nombre de batimétricas (figura 33).

DIVERSOS TIPOS DE SEDIMENTOS MARINOS

Sedimentos de origen litoral.—Son los que frecuentemente se encuentran en la región nerítica o costera, dentro de la zona intercotidal, aunque también sean considerados como tales, en determinados casos, los de ciertos niveles más profundos, de hasta un centenar de metros, correspondientes a fondos de ciertos tipos de fauna y flora como los coralígenos, praderas de laminarias, etc., etc.

El origen de los sedimentos litorales es debido, principalmente, a las propia acción erosiva del mar, que con sus constantes embates a las formaciones costeras, va fraccionando las rocas en forma progresiva, siendo arrastrados los fragmentos por las corrientes y depositados en orden inverso a su estado de fraccionamiento.

Se originan así las gravas, las gravillas, las arenas gruesas, medias y finas, las arenas fangosas, los cascajos, las conchuelas (conchas de moluscos y otros esqueletos calcáreos de animales marinos, fraccionados), etc., que por el intermedio de las arenas fangosas, se ponen en contacto con los fangos de origen terrígeno depositados a mayores profundidades, y que proceden principalmente de las desembocaduras de los ríos.

Sedimentos de origen terrígeno.—Los sedimentos terrígenos pueden proceder de la desintegración de los materiales de la corteza terrestre o de su alteración o transformación química. Entre los correspondientes al primer tipo se encuentran las partículas de cuarzo, mica, feldespatos, piroxenos, anfíboles y otros minerales pesados. Entre los segundos, debidos a cambios en la composición química, los hi-

óxidos de hierro y aluminio, la sílice coloidal, etc.

La sedimentación de estos elementos procedentes de la erosión terrígena se verifica, como en el caso de los sedimentos litorales, en orden inverso a su flotabilidad, por estado de fragmentación. Como éste llega a ser tal que se producen verdaderas suspensiones coloidales (case de las arcillas), aunque los fenómenos de precipitación son en el mar mucho más rápidos que en las aguas dulces, por ser las marinas un electrólito, la sedimentación puede verificarse en regiones extraordinariamente alejadas de las costas, en la forma de los llamados *«fangos»*.

Hay muy diversos tipos de estos fangos, tanto por su composición como por su coloración. Los fangos azules se llaman así por su tonalidad azulada, debida a la presencia de sulfuro ferroso muy fraccionado y a la de materia orgánica. En estos fangos puede haber desprendimiento de ácido sulfhídrico y es frecuente también que su capa superior adquiera una tonalidad roja, por la transformación parcial y local del sulfuro ferroso en ferrico.

Suelen encontrarse en profundidades comprendidas entre los 200 y los 5.000 metros, estando acompañados de una gran proporción de arcilla.

Los fangos rojos, clásicos de las desembocaduras de los ríos Amazonas y Tien-Tse-Kiang, deben su color a la presencia de peróxido de hierro. El color de éste es amarillo, y a ello debe su nombre el río chino citado (río Amarillo). La acumulación intensa del amarillo da lugar a la aparición de la tonalidad roja de estos fangos.

Hay otros de coloración verde, debida a la presencia de la glauconita (silicato de hierro hidratado). Suelen encontrarse a profundidades de unos 2.000 metros y siempre alejados de las desembocaduras de los ríos.

Sedimentos de origen volcánico.—Pueden tener dos procedencias. Los de las erupciones de volcanes terrestres y los de los volcanes submarinos. En el primer caso, antes de llegar los sedimentos al mar, pueden experimentar una alteración debida al transporte y a la transformación química. Algunos de estos materiales, que por su finura son transportados

al mar directamente por el aire, pueden ser encontrados alejadísimos de su lugar de origen. Son estos materiales, lavas muy fragmentadas, piedra pómez, cenizas, vidrios volcánicos, etc.

Cuando los materiales proceden de erupciones submarinas, pueden constituir mantos de basaltos, débilmente recubiertos por una fina capa o estrato de otros sedimentos.

Sedimentos de origen orgánico.—Producidos por la acumulación de restos de animales y vegetales, pueden ser, en general, fácilmente asimilables a los llamados sedimentos pelágicos.

Están formados, principalmente, por los restos de carácter mineral de aquellos organismos y en general, suelen ser principalmente calizos o silíceos.

Los sedimentos calcáreos de origen vegetal, se deben principalmente a dos tipos de organismos: 1.º a los cooclitofóridos, vegetales planctónicos que suelen depositarse en los mares abiertos, 2.º a los restos de las algas calcáreas sesiles, que se depositan principalmente en las regiones litorales, donde normalmente se encuentran estas algas, y que tienen particular importancia e intervención en la formación de los arrecifes coralinos.

Los restos calcáreos de origen animal son más abundantes que los de origen vegetal. Pero son los foraminíferos (figura 27), y especialmente las *Globigerinas*, los más abundantes y frecuentes en estos sedimentos. Están además los fangos calcáreos procedentes de la fragmentación de conchas de moluscos, y principalmente de los terópodos (fig. 28). Y finalmente los sedimentos originados a partir de las formaciones calcáreas de los esqueletos de otros seres, incluso de los propios vertebrados.

Los sedimentos orgánicos de carácter silíceo no son tan abundantes como los calcáreos, aunque no dejen de tener también gran importancia.

Entre los de origen vegetal merecen especial mención los fangos de diatomeas (fig. 29), formados por los esqueletos de esas diminutas algas. Son más abundantes en las altas que en las bajas latitudes y en las proximidades de la costa que en la región oceánica. Es decir, que suelen coincidir con las regiones donde hay *eupwellings*.

Entre los sedimentos silíceos de origen animal son los más importantes los fangos de radiolarios, formados por los esqueletos de estos animales. En oposición a los fangos de diatomeas, son más abundantes en las bajas latitudes que en las altas. Les siguen, en importancia, los fangos formados por espículas de silicoesponjas.

A los sedimentos de origen orgánico de naturaleza caliza o sílicea hay que añadir los de otra composición química, como son los restos celulósicos, quitinosos y leñosos, aparte de la propia materia orgánica, que llega a encontrarse en los fangos hasta proporciones de un 18 por 100. Esta materia orgánica, sujeta a la acción de las bacterias, puede dar lugar a la regeneración de la materia inorgánica, que se incorpora a los fondos. En determinados casos y bajo determinadas condiciones la materia orgánica depositada puede dar lugar a compuestos inorgánicos de gran importancia, como es el caso del petróleo.

Sedimentos de precipitación.—Cuando el producto de solubilidad de un compuesto ha sido sobrepasado, se provoca la precipitación del mismo, incorporándose a los sedimentos marinos. No suelen ser muy abundantes, excepto en el caso del carbonato cálcico y de la dolomita. Se producen también por precipitación de este tipo, determinadas formas de la sílice amorfa, los óxidos de hierro y manganoso, la baritina, etc., etc.

Sedimentos de transformación química. Se originan por la acción recíproca entre el agua y los materiales con ella en contacto y procedentes de los arrastres terrígenos, volcánicos, etc. Pueden ser ejemplos de estos sedimentos la glauconita, los fosfatos, los feldspatos, etc., etc.

Sedimentos cósmicos o extraterrestres. Se encuentran, en determinados sedimentos, algunos elementos de brillo metálico, tales como esférulas magnéticas y condrita, similar a la constitutiva de los meteoritos. Estos sedimentos no son sino el polvo meteórico o cósmico que constantemente está cayendo sobre la superficie de los mares y que suelen encontrarse, principalmente, en los lugares muy alejados de las costas.

Los sedimentos pelágicos son, en resumen, los siguientes:

I.—Sedimentos inorgánicos (con menos del 30 por 100 de materiales de origen orgánico).

II.—Sedimentos orgánicos (con más del 30 por 100 de restos orgánicos).

1.—Fangos calcáreos. Con más del 30 por 100 de carbonato cálcico

- a) Fango de globigerinas,
- b) Fango de terópodos.
- c) Fango de coccolitofóridos.

2.—Fangos silíceos.

- a) Fango de diatomeas.
- b) Fango de radiolarios.

Los sedimentos terrígenos pueden ser de las siguientes clases, según las modalidades propuestas por Reville:

1.—Arenas. Más del 80 por 100 del material tiene, al menos, 62 micras de diámetro.

2.—Arenas fangosas. Entre el 50 por 100 y el 80 por 100 del material es mayor de 62 micras de diámetro.

3.—Cienos fangosos. Más del 50 por 100 del material es mayor de 5 micras de diámetro y más del 20 por 100 tiene más de 62 micras de diámetro.

4.—Cienos arcillosos. Al menos el 50 por 100 del material, es mayor de 5 micras de diámetro.

Las arenas se dividen, a su vez, en los siguientes tipos:

1.—Arenas muy gruesas, con diámetros comprendidos entre 2.000 y 1.000 micras.

2.—Arenas gruesas, con diámetros comprendidos entre 1.000 y 500 micras.

3.—Arenas medias; con diámetros comprendidos entre 500 y 250 micras.

4.—Arenas finas; con diámetros comprendidos entre 250 y 125 micras.

5.—Arenas muy finas; con diámetros comprendidos entre 125 y 62 micras.

Cuando la finura de los granos de arena está comprendida entre las 62 y las cuatro micras, puede usarse, también, la denominación de *efangos*.

En cuanto a la distribución general de los sedimentos, Sverdrup expone lo siguiente:

1.º Los sedimentos pelágicos están restringidos a las amplias cuencas oceánicas.

2. Las arcillas rojas y los fangos de globigerinas son los tipos de sedimentos predominantes.
3. Los fangos de diatomeas están restringidos prácticamente a una zona que circunda a la Antártida y a otra que atraviesa el Pacífico Norte.
4. Los fangos de radiolarios están casi totalmente limitados al Pacífico, en una amplia faja ecuatorial.
5. Los fangos de terópodos se encuentran solamente, y en pequeña extensión superficial, en el Atlántico.
6. La amplitud de la zona ocupada por los sedimentos terrígenos depende de multitud de factores, como la profundidad y las características del aporte de tales sedimentos. Suelen ser más extensos en las altas que en las bajas latitudes. En las primeras suelen ser de origen mineral, mientras que en las segundas suelen ser de origen animal bentónico.
7. Las arcillas rojas y los fangos calcáreos se restringen a los mares de profundidades moderadas o grandes.

PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE LAS PROFUNDIDADES Y DE OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE FONDOS

Los primeros utensilios para medir las profundidades fueron, sin duda alguna, las sondalezas empleadas por los barcos en la navegación, a fin de ver el calado que tenían bajo sus cascos.

Consistían en simples cabos lastrados, que se lanzaban al agua para medir, en brazas la profundidad. La adición de un poco de sebo en el lastre de plomo, para que a él se adhiera una muestra de los sedimentos, fue también, sin duda, la primera forma de obtener muestras de fondos.

Posteriormente, las sondalezas fueron sustituidas por aparatos. Al cabo le substituyó el cable, que por la mayor longitud necesaria al querer sondear en grandes profundidades, hubo que lanzar por medio de carretes o tornos adecuados,

Estos tornos, con sus cuentametros especiales, con cables trenzados en unos casos (para profundidades no muy grandes), con cuerda de pianos para las de gran consideración, prestaron inestimables servicios en la investigación de la batimetría, que con su ayuda dió un gran avance, pese a que las medidas no siempre eran exactas dado lo difícil, por no decir imposible, de la obtención de un lanzamiento de cable absolutamente vertical. A estos cables se agregaron en sus extremos, diferentes modelos de colectores de muestras de fondos. La sonda o escandallo Richard, modelo Leger (figs. 30 y 31), ha sido y sigue siendo clásica en las investigaciones oceanográficas.

Para la obtención de muestras profundas de sedimentos, en los que se conserva la estratificación, se han inventado las sondas de tubo, que obtienen columnas de sedimentos de muchos metros de longitud y que se clavan en los fondos desde el procedimiento del lanzamiento de pesos suplementarios, hasta el de la acción de cargas explosivas.

Más moderadamente, la técnica de la determinación de la batimetría se ha perfeccionado por la aplicación de los ecosondadores. Se basan estos aparatos en la medida del tiempo transcurrido entre la producción de un sonido en un punto y el de su recepción, después de haberse reflejado en el fondo.

El comienzo de estos procedimientos fue la producción de explosiones y la recepción de sus ecos por medio de hidrófonos. El descubrimiento de las ondas ultrasonoras, que por su longitud de onda son susceptibles de emisión en haces dirigidos, ha venido a perfeccionar de manera extraordinaria este procedimiento de medida de las profundidades. Los diversos tipos de registro de estos aparatos, gráficos, visuales y acústicos, permiten con un cierto entrenamiento, la determinación no sólo de la profundidad, en la que no hay error, sino de la misma calidad de los fondos detectados, fundándose en que el eco que se produce en el fondo, será seco o amortiguado, de un tipo o de otro, en dependencia de la textura del propio fondo.

SEGUNDA PARTE

BIOLOGIA MARINA

CAPITULO V

COMPOSICION QUIMICA DE LOS SERES MARINOS

Los seres marinos, como los restantes vivientes, están constituidos por diversas clases de elementos químicos, que pueden agruparse, según la clasificación de Masza —por ejemplo—, de la siguiente forma:

I.—Elementos biogénicos fundamentales.

Que se agrupan a su vez en dos categorías distintas:

- 1.ª Los llamados elementos primarios plásticos y que son el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, y
- 2.ª Los llamados elementos secundarios indispensables, integrados por fósforo, azufre, sodio, potasio, calcio y cloro.

II.—Elementos oligodinámicos.

Que se reúnen, como los anteriores, en otras dos categorías:

- 3.ª Los denominados elementos biogénicos raros, indispensables y que son magnesio, hierro, cobre, cinc, iodo, cobalto, manganeso, silicio y fluor, y
- 4.ª Los conocidos con el nombre de elementos biogénicos raros especiales, que son el vanadio, el boro y el litio.

III.—Están finalmente, los elementos accesorios.

En cuanto a las sustancias que participan en la constitución de los citoplasmas de las células de los seres marinos, como

de los restantes vivientes, unas son de carácter orgánico y otras inorgánicas.

Las de carácter orgánico se dividen en tres grupos diferentes: los glúcidos, los lípidos y los protéidos.

Los glúcidos, carbohidratos o hidratos de carbono, son compuestos llamados ternarios, por estar formados solamente por tres elementos que son, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Son compuestos azucarados o con propiedades afines a las de los azúcares y su carácter general estriba en que el hidrógeno y el oxígeno se encuentran en ellos en la misma proporción relativa que en el agua. Se originan generalmente como derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes plurivalentes y según tengan una u otra procedencia, reciben los nombres de aldosas o cetosas.

En relación con el número de átomos de oxígeno que lleven en su composición, reciben los nombres de monosas, biosas, trisas, tetrasas, pentosas y exosas, siendo estas dos últimas, pentosas y exosas, las que mayor importancia tienen en los seres vivos.

Los glúcidos simples, los llamados monosacáridos, es decir por la unión de dos o más de ellos, con pérdida de agua, se originan azúcares más complicados. Los disacáridos provienen de la unión de dos monosacáridos con pérdida de una molécula de agua. Su fórmula general será, por lo

tanto, $C_{12}H_{22}O_{11}$, y como ejemplo de los mismos pueden citarse la sacarosa y la maltosa.

Por la unión de una molécula de monosacárido con pérdida de H_2O la molécula de agua, se originan los llamados polisacáridos, cuya fórmula general es $(C_6H_{10}O_5)_n$, y entre los que pueden citarse, como más importantes, a la celulosa y al glucógeno.

Los lípidos pueden ser de dos tipos diferentes: los llamados simples o ternarios y los denominados complejos o lipóides.

Ambos, como es sabido, tienen de común el ser insolubles en el agua, mientras se disuelven en determinados disolventes orgánicos como el éter, el cloroformo, el sulfuro de carbono, etc.

Los lípidos pueden formar parte de la materia viva bajo dos aspectos diferentes: bien como constituyentes de la propia materia viva, llamándose entonces lípidos celulares, o bien como sustancias de reserva, recibiendo entonces la denominación de lípidos de depósito.

Los lípidos simples, como su segundo nombre de estériles indica, y por lo tanto como los hidratos de carbono, son combinaciones de sólo tres elementos, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Dentro de este grupo de los lípidos simples, se incluyen a las llamadas grasas neutras —que son los glicéridos de ácidos grasos como el oleico, el estearico, palmítico, etc.—, a las ceras y a las esterinas o esteroides.

Las grasas, como es sabido, suelen constituir elementos de reserva en los organismos vivos. Las esterinas o esteroides se encuentran como constituyentes normales de las células y son sustancias cristalizables y solubles en los disolventes orgánicos anteriormente citados. De ellas, la característica es la colesterolina.

Los lipóides o lípidos complejos no son ya compuestos ternarios, puesto que en su composición, y además del carbono, del oxígeno y del hidrógeno, interviene el nitrógeno y a veces también el fósforo.

En dependencia con la presencia o ausencia del fósforo en estos compuestos, se dividen en dos clases: los fosfolípidos o lípidos fosforados, entre los que se encuentra por ejemplo la lecitina y los glicolípidos o lípidos no fosforados, a los que también se les asigna el nombre de cerebrosidos.

Los *prótidos* son, indudablemente, las sustancias más importantes de los protoplasmas. Están compuestos por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, por lo que son denominados equaternarios. Pero pueden contener también azufre y en ocasiones fósforo.

Las diferentes clases de *prótidos* que se encuentran formando parte de la materia viva, son las siguientes: las proteínas simples (como la albúmina, la globulina, la protamina, etc., etc.) y las proteínas compuestas o *proteidos*, (como los fosfonúcleos o glicoproteidos).

Las proteínas simples pueden escindirse por digestión, dando en primer lugar origen a albumosas y peptonas y posteriormente a los aminoácidos.

Los *proteidos* en cambio, están integrados además del componente proteico, por otro de naturaleza distinta, llamado grupo *protéico*, que en los nucleoproteidos, por ejemplo, es el ácido nucleico.

La presencia en los aminoácidos de un grupo ácido $-\text{COOH}$ y de otro alcalino $-\text{NH}_2$, permite la combinación de unos aminoácidos con otros, con la formación de largas cadenas (dipéptidos cuando son dos los aminoácidos, tripéptidos cuando tres, etc., etc.), dándose así origen a los llamados polipéptidos.

Las proteínas tienen pesos moleculares muy altos. La insulina, por ejemplo, tiene un p. m. de 35,100. La hemocianina por su parte, posee un p. m. de 6,630,000.

Si se tiene en cuenta que un polipéptido formado por solamente 18 aminoácidos (cual el sintetizado por Fischer, similar a la albumosa), tiene un p. m. de 2,500, puede deducirse que aquellos polipéptidos que se encuentran en la materia viva, tienen que estar integrados por un número mucho mayor de aminoácidos.

Las posibilidades de combinación con 18 aminoácidos, son de cerca de un trillón que equivale a la posible existencia de un número igual de isómeros.

Según Koltzoff, las posibilidades de isómeros de una molécula proteica formada por un centenar de aminoácidos, son de un centillón. Esto explica la posibilidad de la especificidad de las proteínas, es decir, que cada especie animal o vegetal tenga sus proteínas propias y características, lo que se ha probado por medio de los análisis serológicos. Y es más, se llega a pensar incluso en la posibilidad de la

existencia de una individualidad en las proteínas.

Entre los componentes no orgánicos de los seres vivos, es sin duda el agua uno de los más importantes. Su proporción relativa en los seres vivos, y particularmente en los marinos, alcanza valores muy altos, que pueden sobrepasar incluso el 95 por 100 del peso total de los mismos. Esto no obsta, sin embargo, para que algunos de ellos, como los rotíferos por ejemplo, puedan soportar largos períodos de sequía y deshidratación muy intensa, que pasan en estado de vida latente.

Aparte del agua, y entre los elementos o sustancias minerales que entran a formar parte en la composición de los seres vivos, y por tanto de los marinos también, están cierto número de cationes y aniones de los que los más constantes e indispensables son:

Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , HCO_3^- ,
 PO_4^{3-} y SO_4^{--}

Como decíamos en capítulos anteriores, todos los elementos químicos constitutivos de los seres marinos, son tomados por ellos de su medio ambiente, es decir, del agua del mar que los baña, hasta el extremo —como también indicábamos anteriormente— de que la presencia de alguno de ellos en el agua del mar, se ha deducido de la circunstancia de haberlos encontrado formando parte de la composi-

ción química de algún animal o planta marina, en los que alcanzan una concentración que permite su determinación, cosa imposible a veces en el agua del mar, en disolución extraordinariamente débil.

Vinogradov después de realizar diversos análisis en animales y plantas marinas y terrestres y de computar los verificados por otros autores, llega a encontrar hasta 60 elementos químicos como integrantes de la materia viva. Webb y Pearson estiman que unos 33 elementos son los comunes en la composición de los seres marinos, de los que 18 son invariables y 21 variables.

Siete elementos encontrados en el agua del mar (uranio, torio, cerio, lantano, itrio, escandio y radio), no han sido encontrados en ningún ser marino animal o vegetal. Otros nueve en cambio (berilio, cromo, cobalto, germanio, cadmio, estaño, bismuto y talio), que han sido determinados como integrantes de la composición de seres marinos, no han podido ser determinados en el agua del mar.

Además de los anteriores elementos, existen otros, denominados como contaminantes, que han sido encontrados también en los seres marinos. Son siete: helio, argón, selenio, oro, mercurio, bismuto y talio.

La relación y clasificación de los elementos citados por Webb y Pearson, es la siguiente:

RELACION DE LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE LA COMPOSICIÓN DE LOS ORGANISMOS MARINOS Y CLASIFICADOS CON ARRUGLO AL PORCENTAJE QUE REPRESENTA EN RELACION CON EL PESO DEL CUERPO

INVARIABLES (18)			VARIABLES (21)		CONTAMINANTES
Primarios 1—50 %	Secundarios 0,05—1 %	Microconstituyentes < 0,05 %	Secundarios	Microconstituyentes	
Hidrógeno	Sodio	Boro	Titanio	Litio	Helio
Carbono	Magnesio	Fluor	Vanadio	Berilio	Argón
Nitrógeno	Azufre	Silicio	Cinc	Aluminio	Selenio
Oxígeno	Cloro	Manganeso	Bromo	Cromo	Oro
Fósforo	Potasio	Cobre		Cobalto	Mercurio
	Calcio	Iodo		Níquel	Bismuto
	Hierro			Germanio	Talio
				Arsénico	
				Rubidio	
				Estroncio	
				Molibdenu	
				Plata	
				Cadmio	
				Estafío	
				Cesio	
				Berio	
				Plomo	

La composición de los seres marinos es, por otra parte, variable no sólo por la especificidad de las proteínas a que anteriormente nos referíamos, sino por la distinta proporción en que se encuentran en ellos los diversos elementos y sustancias.

Pueden considerarse tres tipos de elementos fundamentales como integrantes de los seres vivos, y en este caso de los marinos: los elementos orgánicos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas); los elementos inorgánicos integrantes de las estructuras esqueléticas; los elementos minerales disueltos en los líquidos orgánicos.

La proporción de los primeros en cada tipo de organismos marinos es muy variable, pese a que la composición de los mismos sea muy constante para cada especie.

La composición de las estructuras esqueléticas es también muy variable en los organismos marinos. Solamente los compuestos o sustancias minerales disueltas en los líquidos orgánicos mantienen una proporción muy constante, que es además muy similar a la del medio que los rodea, es decir a la del agua del mar.

La variabilidad en la composición de las estructuras esqueléticas de los seres marinos se pone de manifiesto en el cuadro siguiente dado por Clarke y Wheeler.

COMPOSICION CIENTESIMAL DE LOS MATERIALES ESQUELETICOS DE ANIMALES MARINOS.

Substancia	Orbitellin marginatus (Foraminifera)	Orulac diffusa (Foral)	Lithophyllum astilium (Alga calcarea)	Homarus s. p. (Rogevante)	Bicarinia lenticula (Bicarinopoda)	Euplectella speciosa (Esponja silicea)
Calcio	34,90	38,50	31,00	16,80	26,18	0,16
Magnesio	2,97	0,11	4,36	1,08	1,45	0,00
CO ₂	59,70	58,00	62,50	22,40	7,31	0,24
SO ₄	—	—	0,68	0,52	4,43	0,00
PO ₄	1r	1r	1r	5,45	34,55	0,00
SiO ₂	0,03	0,03	0,04	0,30	0,64	88,56
(Al Fe) O ₃	0,13	0,15	0,10	0,30	0,44	0,32
Materia orgánica, etc. .	2,27	3,27	1,32	53,45	25,00	10,72

Y la similitud entre la composición de los líquidos orgánicos y de la del agua del mar, se demuestra por los siguientes datos analíticos de Robertson:

COMPOSICION RELATIVA DE LOS FLUIDOS ORGANICOS DE ANIMALES MARINOS
(REFERIDOS A Na = 100)

ELEMENTOS	Agua de mar	Echinus scolentus (Eriso de mar)	Homarus vulgaris (Rogevante)	Cancer pagurus "Bey", conjunto de mar
Cloro	180	182	156	156
Sodio	100	100	100	100
Magnesio	12,1	12,0	1,5	5,7
Azúfre (en SO ₄) ..	8,4	8,5	2,2	6,7
Calcio	3,8	3,9	5,0	4,8
Potasio	3,6	3,7	4,7	4,0

Sverdrup, Johnson y Fleming, de quienes hemos tomado los anteriores cuadros, dan además los dos siguientes, que consideramos de interés reproducir, en los que se expone la composición relativa de diversos organismos marinos, animales y vegetales, en comparación con la del agua del mar.

En el primer cuadro, las cantidades se refieren a Na = 100. En el segundo a C = 100. Y en ambos se exponen, además, los llamados factores de concentración, que son el producto de dividir las cantidades relativas de cada elemento, presentes en los diferentes seres citados, por las cantidades relativas correspondientes en el agua de mar.

COMPOSICION RELATIVA DE ANIMALES MARINOS

Elemento	Calanus (Cópodos)	Pezes (Medias)	Archideris brissoniae (Medioanque)	Agua de mar	Factor de Concentración		
					Cópodo	Pezes	Medioanque
Cl	194	—	180	180	1,100	—	1,000
Na	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000
Mg	5,6	36	156	12,1	0,460	3,000	12,900
S	25,9	259	7,1	8,4	3,100	31,000	0,850
Ca	7,4	52	262	3,8	1,900	13,700	69,000
K	53,7	383	20	3,6	15,000	109,000	5,500
Br	1,7	—	—	0,6	—	—	3,000
C	1113	ca 4100	ca 480	0,26	4 300,000	15.800,000	1.850,000
Sr	—	—	11	0,12	—	—	92,000
Si	1,3	—	—	0,001 i	13 000,000	—	—
F	—	—	69	0,01	—	—	6.900,000
N	280	1276	107	0,001 i	280 000,000	1276.000,000	107 000,000
P	24,1	256	6	0,001 i	241 000,000	2560.000,000	60 000,000
I	0,04	—	—	0,0005	80,000	—	—
Fe	1,3	1,3	0,23	0,0002 v	6.000,000	6.000,000	1 000,000
Mn	—	0,0008	—	0,0001 v	—	8,000	—
Cu	—	0,008	0,43	0,0001 v	—	80,000	4.300,000

i = valores de invierno en el canal de Inglaterra.

v = valores máximos.

COMPOSICION RELATIVA DE DIVERSOS ORGANISMOS PLACTONICOS

Elemento	Agua de mar	Diatomeas	Peridinium	Cópodos	Factores de concentración (relativos al 1)		
					Diatomeas	Peridinium	Cópodos
C	100,00	100,00	100,00	100,00	1,000	1,000	1,0000
N	0,5 a	18,2	13,8	25,0	36,000	28,000	50,0000
P	0,05 a	2,7	1,7	2,2	54,000	34,000	44,0000
Fe	0,07 b	9,6	3,4	0,13	137,000	49,000	2,0000
Ca	1.420,00	12,5	2,7	0,66	0,01	0,002	0,0005
Si	0,4 a	93,0	6,6	0,15	232,000	16,000	0,3

a = valores de invierno en el Canal de Inglaterra.

b = valores máximos.

OSMOREGULACION, EURIHALINIDAD Y ESTENOHALINIDAD

Hemos dicho anteriormente que la composición relativa del agua del mar en elementos inorgánicos disueltos, difiere muy poco de la de los fluidos orgánicos de los seres marinos del reino animal.

El hecho es natural, puesto que los animales marinos, inmersos en el agua del

mar, están separados de la misma solamente por medio de membranas semipermeables, a través de las cuales tiende a producirse, constantemente, un fenómeno de intercambio osmótico.

El mantenimiento de una isotonia entre los fluidos orgánicos y el medio ambiente, es condición indispensable para los animales que viven en el mar, problema que,

implica un consumo de energía. Este, como es lógico, es de mayor intensidad en los animales que viven en el agua dulce que en los que lo hacen en la marina, puesto que la diferencia entre las concentraciones salinas del medio y de los fluidos orgánicos es superior en los dulcesacuólos que en los marinos.

El mantenimiento de una concentración isotónica entre la sangre y el agua del medio se produce en los seres acuáticos, principalmente por la acción de los riñones y otros órganos excretores. En el caso de los animales que viven permanentemente en el agua dulce o incluso en el de algunos que, como la anguila, sólo lo hacen temporalmente, no se conoce del todo bien el mecanismo de la osmoregulación.

Los invertebrados marinos tienen normalmente fluidos orgánicos isotónicos con el agua del mar en que viven, pudiendo variar su tonicidad en dependencia de las variaciones que experimente la del agua. Son por tanto animales poiquilométicos, aunque dentro de ciertos límites, por lo que tienen que poseer también mecanismos de osmoregulación.

Los peces del grupo de los teleosteos son, en general, hipotónicos con relación al agua del mar en que viven. A fin de equilibrar su tonicidad con la del agua del mar, existe un procedimiento de osmoregulación consistente en la existencia en las láminas branquiales de determinadas células capaces de producir cloro, las llamadas células del cloro, que facilitan la incorporación de cloruros a la sangre y la elevación consiguiente de su concentración salina y por tanto de su tonicidad. Esta acción es, por tanto, antagónica a la producida por riñones y otros órganos excretores.

Los elasmobranquios (tiburones y rayas) suelen ser isotónicos con el medio ambiente, pero su gran presión osmótica no se debe solamente a la presencia de sales en solución en su sangre, sino a la presencia de una gran cantidad de urea en la misma.

Es decir, que por medio de determinados procedimientos, los animales marinos pueden estar en condiciones de regular la tonicidad de sus fluidos orgánicos, a fin de que, sean isotónicos con el agua del mar que los rodea.

Ahora bien, esto puede no ocurrir, o por lo menos, no en grado suficiente para que las diferencias entre la presión osmótica de la sangre y del agua del mar sean suficientemente pequeñas para que los animales puedan vivir en ella sin detrimento, cuando exista en la misma una concentración salina determinada.

De acuerdo con estas circunstancias existen dos tipos diferentes de animales marinos:

1.º Aquellos dotados de buenos mecanismos de osmoregulación, que les permiten acomodar la tonicidad de sus fluidos orgánicos a la del agua del mar. Es decir, los que resisten perfectamente los cambios de salinidad del medio ambiente. Estos animales reciben el nombre de eurihalinos y su cualidad, el de eurihalinidad.

2.º Aquellos otros que carecen de tales mecanismos de osmoregulación y que no pueden acomodarse a los cambios de tonicidad del medio ambiente, o lo que es lo mismo, los que no resisten los de salinidad del agua. Se llaman estos animales estenohalinos y la cualidad, estenohalinidad.

Los eurihalinos suelen ser, por ejemplo, los animales que viven en las zonas de mezcla de las aguas dulces con las marinas, tales como estuarios, rías, zonas marinas próximas a las desembocaduras de los ríos o en aquellas que, como en las lagunas litorales con comunicación precaria con el mar libre, en dependencia de los factores climáticos estacionales, la salinidad de sus aguas alcanza valores muy variables, bien por lo hipersalino como por lo hiposalino.

Pueden ser ejemplo de estas especies, dentro de la fauna española, los mejillones (*Mytilus edulis*), los berberechos (*Cardium edule*), y las propias jibias (*Scapharca officinalis*), entre los moluscos y las lubinas (*Morone labrax*), las lisas (*Mugil auratus*), *Mugil cephalus*, *Mugil provençalis*, *Mugil ramada* y *Mugil spleus*), los pejerreyes (*Atherina presbyter*), las doradas (*Sparus aurata*), las herreras (*Pagellus mormyrus*) y los fartets (*Aphanius iberus*), entre los peces, especie la última, de las más típicamente eurihalinas, ya que puede no sólo vivir indistintamente en aguas completamente dulces, como en las hipersalinas de los canales de concentración de las salinas (más de 56,00

‰ de salinidad), sino pasar de unas a otras directamente, sin período de acomodación previo.

Como es natural, el grado de eurihalinidad varía de forma considerable en las diferentes especies, existiendo una tendencia general a que sean tanto más eurihalinas cuanto más cerca habiten de la costa y más próximas estén su áreas vitales, a la región intercotidal o de acción de las mareas.

No puede hablarse, en realidad, de la existencia de especies absolutamente estenohalinas, pues siempre existe un cierto grado de eurihalinidad. Así, especies consideradas tradicionalmente como muy estenohalinas, como ocurre por ejemplo con las sardinas y los boquerones, (*Sardina pilchardus* y *Engraulis encrasicolus*, respectivamente), penetran con cierta frecuencia en zonas de aguas salobres, como las desembocaduras de los ríos.

Los animales estenohalinos, de todas formas, habitan normalmente las zonas alejadas de la costa y de los lugares de mención con aguas dulces. Son en general seres preferentemente pelágicos u oceánicos.

Como veremos más adelante, al tratar de las migraciones de los peces, el carácter de estenohalinidad por ejemplo, de una especie determinada, puede ser uno de los factores determinantes de dichas migraciones. Bien porque las condiciones de salinidad del agua en que en determinado momento viva el pez cambien, obligándole a dejarlas en busca de otras isotónicas con su sangre, bien porque, sin que cambie la salinidad del agua, sea su sangre la que varíe de tonicidad, surtiendo el mismo efecto de tener que desplazarse en busca de un medio isotónico.

TERMOREGULACION, ESTENOTERMIA Y EURITERMIA

La temperatura del agua del mar tiene, como es lógico, una influencia decisiva en la vida de los animales marinos y por diversas causas. Unas, de tipo directo, por su intervención en los procesos fisiológicos tales como el metabolismo, la reproducción, etc.; otras de tipo indirecto, por la influencia que tiene la temperatura en otros factores del medio ambiente como la densidad del propio medio, la

concentración de los gases disueltos en el mismo, etc., etc.

En cuanto se refiere a la temperatura del agua del mar, los animales marinos son clasificados bajo dos formas diferentes, que si bien bajo ciertos aspectos son coincidentes, no son exactamente equivalentes.

La primera clasificación es la de animales poiquilotermos con temperatura variable y de animales homotermos (con temperatura uniforme). Son sinónimos estos conceptos las vulgares de animales de sangre fría (los poiquilotermos) y de animales de sangre caliente (los homotermos).

La segunda clasificación, paralela a la de eurihalinos y estenohalinos es la de euritermos (aquellos que resisten perfectamente los cambios de temperatura del medio ambiente, aunque sean muy amplios) y de estenotermos (los que no resisten esos cambios de temperatura). Los estenotermos, como en el caso de los eurihalinos, no lo son en sentido absoluto, puesto que siempre existe un cierto grado de euritermia.

El carácter de la estenotermia suele ir unido al de estenohalinidad, como el de euritermia al de eurihalinidad. Aunque esto no sea una regla absoluta, el hecho es fácil de comprender, puesto que precisamente aquellas zonas marinas en las que son posibles o frecuentes los cambios de salinidad, son las que simultáneamente experimentan paralelas variaciones en el régimen térmico.

Por lo tanto, los animales euritermos suelen habitar las zonas costeras de desembocaduras de ríos o lagunas litorales, y en la región intercotidal. Los estenotermos, en cambio, están dotados generalmente de un marcado carácter pelágico u oceánico. Los mismos ejemplos que se citaron para los casos de eurihalinidad, pueden servir, por lo tanto para la euritermia. Los fartets (*Aphanius iberus*) a que nos referíamos anteriormente al tratar de los peces eurihalinos, pueden soportar, sin menoscabo alguno, el paso rápido a aguas de temperatura discrepante en 10 grados, como hemos experimentado personalmente en las salinas de Mar Menor en Murcia.

En el caso de los animales euritermos, que como es lógico pertenecen siempre al grupo de los poiquilotermos, (de tempe-

ratura variable), no son necesarios mecanismos de termoregulación ni adaptaciones especiales para mantener una temperatura constante. Como tampoco existen en aquellos otros animales que, perteneciendo también al grupo de los poiquiloterms, son sin embargo estenoterms, es decir, que no pueden soportar los cambios de temperatura del medio ambiente.

Ahora bien, todos los animales marinos del grupo de los homoterms y que son por tanto también estenoterms —las aves y los mamíferos marinos—, precisan de adaptaciones especiales para mantener constante su temperatura.

En primer lugar, es la actividad fisiológica la que más directamente interviene en el mantenimiento de la temperatura uniforme. Este procedimiento existe también en los animales poiquiloterms estenoterms, como por ejemplo en los habituados a una gran actividad natatoria, cual ocurre con los atunes, capaces de elevar su temperatura a un nivel superior en 10 grados C. al del agua en que se en-

cuentren por medio de una activísima natación.

En segundo lugar están las defensas contra la pérdida del calor, que se manifiestan por aislamientos diversos del cuerpo en contacto con el agua.

En los mamíferos, el aislamiento se produce por la existencia de enormes panículos adiposos como los de los cetáceos (cuando no existe el pelo), o por dichos panículos y el complemento del pelaje, que aísla de forma muy eficaz al cuerpo del agua, sobre todo por la existencia, debajo de los pelos, de otro tipo de pelaje, la llamada borra. Esto es lo que ocurre en los pinnípedos (focas y morsas), en los osos blancos, y en determinadas especies de nutrias que habitan en el mar.

En las aves marinas, la defensa contra la irradiación del calor se verifica también, tanto por la existencia de capas de grasa, como por la conjunta de plumas y plumón, que hacen el mismo efecto, en estos animales, que el que verifican en los mamíferos el pelo y la borra.

CAPITULO VI

LA FORMA DE LOS ANIMALES MARINOS EN RELACION CON LA DENSIDAD DEL MEDIO Y CON OTRAS PARTICULARIDADES DE LA VIDA EN EL MAR

La gran desindad que tiene el medio marino, en relación con el aéreo, implica para los seres que en él viven la posesión de formas determinadas y sobre todo, para aquellos que han de moverse en su seno, teniendo que vencer una resistencia mucho mayor que aquella que encuentran los que habitan fuera de este dominio.

Es pues, la densidad del agua del mar y la necesidad de moverse en ella, la principal causa que moldea las formas de los animales marinos. Pero no son sólo esos dos factores los que determinan su morfología. Aun teniendo en cuenta la gran densidad del medio, hay seres que no se mueven, bien porque están fijos al fondo, bien porque flotan, privados de movimientos propios, en cuyo caso, si no son necesarias las formas hidrodinámicas, lo son otras que aseguren, por ejemplo, la flotabilidad o la resistencia a los efectos de la dinámica marina.

Las diferentes regiones, zonas o distritos marinos en que habiten los diferentes grupos de animales, determinan también, por sus características especiales y en múltiples ocasiones, sus respectivas morfologías. La calidad de los fondos que habiten los diferentes seres bentónicos, interviene también en la adopción de una forma determinada. E igualmente la profundidad, pues no tendrá la misma forma un ser marino que viva por debajo de la región intercotidal, en zonas de relativa calma, que otro que habite en ella, y tenga que estar sometido a la continua acción del oleaje, contra cuyos efectos tendrá que protegerse de una u otra forma y entre ellas, con la adopción de una característica morfológica determinada.

Las diferentes formas de manifestarse las actividades fisiológicas en los diferentes tipos de animales marinos pueden también influir en su forma. Aquellos que

están dotados de movimiento y que son capaces de buscar sus alimentos, suelen tener la región anterior del cuerpo diferenciada, en un proceso llamado de cefalización, según el cual, además de la existencia en esa zona de la boca, como consecuencia de la aparición de determinados órganos sensoriales y prensores del alimento, se produce un paralelo y mayor desarrollo de los centros nerviosos, con la consiguiente aparición de la región cefálica, distinta del resto del cuerpo.

Los animales sedentarios y sobre todo los fijos, que tienen que aguardar a que el alimento pase a su alcance, por no poder desplazarse en su busca, no presentan proceso de cefalización y los órganos sensoriales y prensores del alimento se encuentran dispersos por toda la superficie del cuerpo, a fin de tener mayores probabilidades de capturar los alimentos, al abarcar mayores áreas de su superficie y por consiguiente, mayores volúmenes de la masa de agua que los envuelve.

Los animales capaces de buscar su alimento tienen que estar dotados de órganos locomotores, que por su propia existencia darán una característica fisonomía a las formas. Los animales sedentarios, en cambio, que no necesitan de tales órganos, tendrán sus fisonomías propias y también características.

No debe olvidarse, por otra parte, que la diversidad de las formas que se encuentran en los animales marinos, como también en los vegetales que habitan el mar, depende igualmente y en gran parte de la enorme variedad de grupos de animales y vegetales existentes en los mares, cada uno de los cuales y en relación con sus características típicas, poseen sus formas peculiares que —aunque respondan a las mismas exigencias generales de la vida en el seno de las aguas y obedezcan en general a unos patrones rela-

tivamente uniformes, en sus grandes rasgos—, no son casi nunca perfectamente similares. Es cierto que las mismas causas suelen producir los mismos efectos. Y por ello, aunque la diversidad de grupos vivientes en el mar sea muy grande, no es raro que en especies de grupos animales muy distantes en la escala zoológica, la forma responda a modelos muy similares aunque nunca exactos, en manifestaciones de fenómenos de convergencia de los que puede ser un claro ejemplo la similitud morfológica existente entre un pez pelágico nadador, como un tiburón o un atún, un cetáceo del tipo de un delfín, un pinnípedo del grupo de las otarias, e incluso de un ave del grupo de los pinguinos o pájaros bobos.

Por otra parte, si bien es cierto que la densidad del medio marino supone una dificultad para el movimiento en su seno y que ello influye en la adopción de formas determinadas —las hidrodinámicas—, no lo es menos que esto ocurre solamente con aquellos seres marinos que han de moverse con rapidez. Pues los que o no se mueven, o lo hacen solo lentamente, están en mejores condiciones que los que hacen vida terrestre o aérea para realizar sus pequeños movimientos o desplazamientos, si éstos son lentos.

Esto se debe, a que estando integrados los seres marinos por una enorme proporción de agua (decíamos en el capítulo anterior que en algunas especies el agua llegaba a formar parte en proporción del 95 por 100 de su constitución) y el resto por elementos no excesivamente pesados —que incluso en el caso de los que forman las estructuras esqueléticas, compensan su mayor densidad con una estructura esponjosa aunque rígida—, el conjunto de los seres marinos suele tener una densidad muy similar a la del agua, no siendo pocas veces inferior a ella, y sobrepasándola muy poco, cuando es mayor.

Es decir, que los seres marinos suelen flotar espontáneamente o lo hacen con muy poco esfuerzo. Y cuando no flotan y se van al fondo, la acción de la gravedad es en ellos mucho menor que lo que lo sería en el ambiente terrestre o aéreo, merced a la acción, en este medio más intensa, del principio de Arquímedes.

Pero además, la misma densidad del agua, que supone un mayor punto de

apoyo para los órganos propulsores, que en el medio terrestre o en el aéreo, implica que los órganos de la locomoción precisen de superficies de ataque mucho menores.

Esto es bien patente. Compárese la superficie que tienen, por ejemplo, las membranas interdigitales de las patas de una gaviota o de un pato, que son sus órganos de propulsión en el agua, con la de sus alas, que han de mover el mismo peso en el medio aéreo. O las dimensiones relativas que con relación a sus cuerpos tienen las alas de una golondrina de mar, que les sirven para volar en el aire y las de un pingüino, que las utiliza para evolucionar en el seno del agua.

LA SIMETRÍA DE LOS ANIMALES MARINOS.

Los regímenes de vida de los animales marinos, que como decíamos anteriormente se reducen a dos principalmente, en cuanto se refiere a su estación y a su locomoción, dando lugar a las formas sedentarias o fijas, y a las libres o nadadoras, tienen su repercusión en cuanto se refiere a la simetría del cuerpo.

En los animales dotados de medios de locomoción, aquellos en los que se produce un proceso más o menos intenso de cefalización, la simetría es normalmente bilateral, con arreglo a un plano sagital de referencia.

En los sedentarios, en los que no existe proceso de cefalización, la simetría es normalmente radial —aunque esta circunstancia no tenga carácter absoluto, ya que existen animales sedentarios con simetría bilateral y otros nadadores con simetría radial.

DIFERENTES TIPOS DE FORMAS DE LOS ANIMALES MARINOS.

I.—LAS FORMAS COLONIALES:

Merecen ser tratadas aparte, por sus características especiales, aunque muchas de ellas entran dentro de los diversos tipos de formas que posteriormente estudiaremos al referirnos a las dos principales agrupaciones de los seres marinos, las bentónicas o de fondo, y las pelágicas o libres.

Es muy frecuente que diversos grupos de animales marinos adopten formas coloniales, en las que con no menor frecuencia, existe un marcado polimorfismo entre los diferentes individuos que integran la colonia, debido a un proceso de especialización de cada uno de ellos hacia misiones determinadas, con abandono de las restantes.

Las formas coloniales de los animales marinos suelen ser formas sedentarias fijas, como sucede con los hidrosómaros, los antozoos, los briozoos y las sinascidias. Pero no faltan tampoco las formas coloniales libres o pelágicas, de las que son ejemplo las de los sifonóforos, las salpas y los procemas.

En una colonia, cada uno de los individuos que la constituyen, responde, con diversas variaciones, a un tipo morfológico fundamental de carácter uniforme, del que es tipo el individuo que inició la colonia, precisamente el único producido por generación sexual, ya que los restantes se producen por reproducción asexual a base de gemaciones del individuo originario al principio y, después, por el mismo procedimiento a partir de los que sucesivamente se van formando. Los nuevos individuos que se van agregando a la colonia pueden conservar la forma fundamental, pero también suelen diversificarse de ella, en el proceso de especialización. El individuo originario, dado su origen sexual, recibe el nombre de oozofo, mientras que los restantes, dada su formación en proceso reproductor asexual, son denominados blastozoos.

En el individuo originario, como decimos, no existe especialización alguna, y él por sí solo podría realizar la totalidad de las funciones biológicas y fisiológicas. Pero en cuanto se origina la colonia, se inicia el proceso de diferenciación. Cada individuo se especializa en una función determinada y adopta una forma en dependencia con la misma.

Este proceso de diferenciación comienza con la adaptación de determinados individuos de la colonia a las funciones de la nutrición y de la reproducción. Posteriormente, en un avance mayor en la especialización, aparecen los individuos modificados para las acciones defensivas.

Los especializados en las funciones de la nutrición reciben el nombre de gastrozoides. En una colonia de hidrarios, Obe-

lla, por ejemplo (fig. 34), los gastrozoides, que responden a la forma fundamental y general de un pólipo, están dotados de una serie de largos tentáculos que rodean a la boca y que están destinados, con sus movimientos, a producir las corrientes de agua que han de llevar hasta la abertura bucal a las partículas alimenticias en suspensión en el agua.

Los individuos destinados a las funciones reproductoras se denominan gonozoos. En ellos no son necesarios los tentáculos peribucales, puesto que no asumen funciones nutritivas, por lo que aquellos órganos desaparecen, como puede hacerlo también parcial, y hasta totalmente, la misma boca. Los gonozoos son los individuos que quizá sufren una alteración morfológica más intensa, que los aparta completamente de la forma fundamental originaria. Asumen a veces la forma de verdaderas medusas libres o la de individuos medusoides, formas que no son sino las que corresponden a los pólipos libre o pelágicos.

La circunstancia de que los gonozoos se originen en un ser fijo de simetría radial, heredando, como es natural, ese tipo de simetría, explica una de las aparentes anomalías a que anteriormente nos referíamos al tratar de la simetría radiada en seres que hacen vida pelágica, ya que este tipo de vida va normalmente aparejada con la existencia de simetría bilateral.

Los individuos que se especializan en las misiones defensivas de las colonias, tampoco precisan de boca, por lo que ésta llega a atrofiarse completamente. Se cubren, en cambio, de numerosísimos organitos urticantes, los nematoblastos. Reciben estos individuos el nombre de dactilozoos, y suelen estar dotados de gran movilidad, por la aparición, en sus paredes, de gran número de fibras musculares.

En las colonias de tipo pelágico, el polimorfismo puede ser aún mayor, como ocurre, por ejemplo, en las de sifonóforos (fig. 35).

En estas colonias, la flotación se produce por la transformación completa en verdaderos globos flotadores, de determinados individuos de la colonia, cuya porción superior ocupan, en unión de los diferenciados para las misiones locomotoras y formando el conjunto de ambos

la región denominada *nectosoma*. La porción inferior de la colonia, que se llama *sifosoma*, está integrada por los *cornidios*, cada uno de los cuales está integrado por individuos especializados en una misión determinada (*gonozooides*, *gastrozoides*, *dactilozoides*, etc.), entre los que se encuentran también otros, no existentes en las colonias de *Obolella*, anteriormente citadas, los denominados *cistozooides*, de misión excretora.

Todos los individuos de la colonia, tanto los del *nectosoma* como los *cornidios* de *sifosoma*, se insertan a lo largo de una especie de tubo o *sifón*, que los pone en comunicación.

II.—LA FORMA DE LOS ANIMALES BENTONICOS O DE FONDO

Ya dijimos anteriormente que los animales sedentarios, los que viven en contacto más o menos directo con el fondo, adoptaban formas fundamentalmente diferentes que los libres o pelágicos.

Ahora bien, es sabido que en este grupo de animales, los de fondo, hay formas muy diversas en dependencia principalmente—dentro de su carácter bentónico característico—, de que existen unos que están fijos al fondo, careciendo de movimientos de traslación y otros independientes del mismo, y que pueden trasladarse por él, en mayor o menor grado, por estar dotados de órganos locomotores más o menos perfectamente desarrollados.

El ambiente bentónico es quizá, entre todos los que en el mar se encuentran, el que ofrece una variabilidad mayor, variabilidad que se opone a la relativa uniformidad del ambiente pelágico, e incluso del batipelágico.

Esta variabilidad del medio bentónico se debe no sólo a la diferente morfología, estructura y composición de los fondos, sino también a la batimetría, ya que el medio bentónico se extiende desde las mayores profundidades oceánicas hasta las más someras de la región intercotidal, sujeta a la continua acción de los oleajes, temporales, mareas y corrientes de ellas derivadas, etc., etc., y en las que raramente reina la calma.

Y esta enorme variabilidad en las facies bentónicas, repercute de forma inmediata en una igual variedad en el

grado de las formas de los animales que allí viven, formas que, como anteriormente decíamos, son de lo más numeroso y diverso.

No existen estudios sobre las formas bentónicas, del grado de especialización de los realizados con las formas pelágicas. E. Rioja da en su obra sobre los animales marinos una clasificación de las formas bentónicas fundamentales, inspirada en la de Isael, para las pelágicas, que exponemos a continuación, por estimarla perfectamente adecuada.

1.—FORMAS RAMIFICADAS.

Incluyen, en primer lugar, a las formas coloniales a que anteriormente hicimos referencia, siendo características de aquellos animales, en los que los procesos de generación asexual son muy rápidos y los individuos producidos no se separan de la colonia. Son propias estas formas, como decíamos anteriormente, de los pólipos, los hidrarios, sinascidias, briozoos, sínforos y aún de determinados espongiarios, como *Dictocylindrus fasciculatus* (fig. 37).

Las formas ramificadas, por el mismo hecho de serlo y por el gran desarrollo superficial que pueden alcanzar, presentan normalmente una gran resistencia a los movimientos del mar. Cuando estas formas están situadas en zonas expuestas a los embates del mar (zona intercotidal o litoral, a donde llegan los efectos del oleaje) ofrecen el peligro de ser fraccionadas. Para evitar este peligro, las formas ramificadas adoptan dos modalidades diferentes, con las consiguientes de transición.

La primera es la de las formas flexibles. En ellas, la colonia o forma ramificada se dobla a los movimientos del mar. Las ramificaciones ceden, se doblan o encorvan para enderezarse de nuevo pasado el empuje, y así, salvo que éste sea demasiado grande, se mantiene la integridad de la formación, sin detrimento alguno. Colonias de este tipo son, por ejemplo, las de los hidrarios y las de algunos briozoarios.

La segunda modalidad es la de las formas rígidas. En ellas se resiste la acción de los movimientos del agua a base de un endurecimiento de la colonia, por la aparición de una estructura esquelética, originada muy generalmente por depósitos

calizas. Tales son los casos de los hidrocoralarios, las madreporas, los corales y muchos briozoos.

Las formaciones esqueléticas pueden ser también de carácter córneo, como en el caso de los antipatarios, no faltando tampoco las formaciones mixtas calcáreo-córneas.

Las formas intermedias entre las flexibles y las rígidas se dan en diversos grupos de animales, de los que pueden ser ejemplo determinados espongiarios.

Las formas ramificadas, por un progresivo proceso de complicación, pueden dar origen a otras formas derivadas. Por extensión superficial—a veces con carácter incrustante—, dan lugar a determinadas formas laminares y reticulares, propias de algunos briozoos, formas que se producen por las anastomosis sucesivas y múltiples de las ramificaciones.

2.—FORMAS TUBULARES.

Son muy abundantes en los animales bentónicos, y en no pocas ocasiones las fundamentales de determinados grupos de animales, como los espongiarios, en los que a veces se manifiestan en toda su perfección, como es el caso del género *Sycón*.

La forma tubulosa originaria puede complicarse por la aparición de divertículos, que posteriormente se transforman en ramificaciones, dándose origen a formas derivadas que exteriormente pueden llegar a confundirse con las ramificadas a que anteriormente nos referimos.

3.—FORMAS GLOBULOSAS.

Tienen, como su nombre indica, aspecto redondeado, más o menos esférico, y son en realidad poco abundantes, ya que muchos animales como determinados equinodermos —los erizos de mar principalmente—, que a primera vista pudieran ser considerados como poseedores de estas formas, no pertenecen a ella, sino a la radial, de la que trataremos más adelante.

Las formas globulosas pueden ser estimadas en determinadas ocasiones como derivadas de las ramificadas. Este es, por ejemplo, el caso de las esponjas del género *Tethia* (fig. 36).

4. FORMAS CONOIDEAS.

Son consecuencia de la vida en la región litoral, la más expuesta a los em-

bates del oleaje. Se originan por varias causas. La primera, por la frecuente presencia de una concha sólida, bajo la cual se oculta el animal, y que se adhiere al substratum por una base muy amplia. En segundo lugar, porque cuando la fijación al substratum no es muy firme, hay que tratar de que los desplazamientos producidos por el oleaje sean lo menores posibles, lo que se consigue con la adopción por la concha, de una forma cónica, que al rodar lo hace en sentido circular y no en el lineal, como ocurriría de adoptar la forma cilíndrica o esférica. Esta forma responde, bajo este aspecto, a las mismas causas que motivan el que los huevos de las aves que habitan los lugares rocosos y sobre todo los acantilados, sean también de forma cónica, puesto que al rodar se desplazarán muy poco y se evitará el peligro de caída.

La forma conoidea típica es la que adoptan las lapas (*Patella*) y las bellotas de mar (*Balanus* y *Chthamalus*), en ambos casos con una amplísima base de fijación a las rocas.

Por derivación de la forma típica, en un proceso de progresivo arrollamiento de la concha, que pierde, de esta forma, su simetría, se producen las formas clásicas de los moluscos gasterópodos, de los que es típico ejemplo el género *Conus* (fig. 38).

Las de los lamelibranchios tienen el mismo origen, pues se trata en realidad de la unión de dos conchas, en las que el proceso de arrollamiento está solamente iniciado.

Aunque no pertenezcan a la fauna litoral, pero sí a la bentónica, son características formas conoideas las de los braquiópodos (*Terebratula*), formadas, como la conchas de los lamelibranchios, por la unión de dos valvas con un ligero proceso de arrollamiento. La diferente forma de colocación de las valvas con relación al animal, de braquiópodos y lamelibranchios y la distinta posición del plano sagital en relación a las valvas, no implica diferencia en cuanto a la paridad en la forma conoidea de ambos grupos animales.

5.—FORMAS DEPRIMIDAS.

Son de las más características del ambiente bentónico no litoral, en el que los materiales constitutivos de los fondos son

eminentemente arecosos o fangosos, con sus formas de transición correspondientes.

Corresponden a animales que hacen vida, tanto fija como libre, pero dotados en este caso de pequeña capacidad de desplazamientos.

Son muy frecuentes en los peos. Dentro de los elasmobranchios, todos los batoides adoptan esta forma (peces sierra (*Pristis*), guitarras (*Rhinobathus*), rayas (*Raja*, fig. 39), torpedos o tembladeros (*Torpedo*), chuchos (*Dasyatis*), águilas de mar (*Myliobatis*) y mantas (*Móbula*). Los seláceos del género *Squalina*, que son las formas de transición entre este grupo y los batoides, también adoptan la deprimida.

Entre los teleosteos hay formas parcialmente deprimidas, como las de las escorpiónes de mar (*Caulostomus*) o las de los *Lepodogaster*, que si bien viven en las zonas rocosas, adoptan esta forma para ofrecer menor resistencia a los movimientos del mar, circunstancia que se mejora por la existencia de una ventosa ventral, con la que se adhieren muy firmemente a las rocas.

En otras especies de teleosteos, las formas deprimidas son más perfectas, como ocurre con los rapas (*Lophius*).

Dentro de los teleosteos existe un grupo de peces, los pleuronectiformes, que pueden ser considerados como integrados en las formas deprimidas, aunque en realidad no lo sean anatómicamente, por determinadas circunstancias especiales.

Anatómicamente se consideran como formas deprimidas aquellas aplanadas en el sentido del eje vertical del cuerpo, es decir, de arriba a abajo, como ocurre con las rayas y los demás batoides.

Se consideran formas «comprimidas» las que se aplanan en el sentido del eje transversal, es decir, de derecha a izquierda, como es, por ejemplo, el caso típico del pez luna (*Orthogoriscus*). Y en ambos casos es lo normal que se mantenga la simetría bilateral, a derecha e izquierda del plano sagital del cuerpo.

Los referidos peces pleuronectiformes son, anatómicamente considerados, peces «comprimidos», es decir, estrechados de derecha a izquierda del plano sagital, por lo que, a pesar de ser «laminares», no son exactamente «deprimidos». Aparte de

esto, y como es sabido, son peces completamente asimétricos (uno de los más notables casos de asimetría en el grupo de los vertebrados). Es precisamente esta asimetría la que da origen a su aspecto de deprimidos, puesto que en lugar de reposar en el fondo sobre su cara ventral, como es común en los restantes peces, lo hacen sobre uno de sus flancos, el más plano e inóculo, manifestándose, externamente, como formas deprimidas.

Existen también formas deprimidas en otros grupos zoológicos, como determinados tubeláridos (*Tubulanocoen*), e incluso equinodermos (*Paluipes*), si bien éstos no pierden su simetría radiada característica, por lo que, mejor, deben ser considerados entre aquellos que se incluyen en ese tipo de forma, que como las estrellas de mar y los ofiuroideos, poseen formas marcadamente deprimidas, se integran entre las radiales, por ser más característica esta circunstancia y más primitiva del grupo zoológico a que pertenecen.

6.—FORMAS VERMIFORMES.

Como su nombre indica, son las características de los gusanos, nemertinos, nematelmintos, geliferos, enteropneustos, determinados equinodermos holoturoideos y ciertos moluscos anfineuros.

El cuerpo es alargado, integrado frecuentemente por segmentos y carente de apéndices locomotores articulados con el cuerpo. La boca es frecuentemente infera, no terminal, y al existir ésta, siempre hay un cierto grado de cefalización.

Son frecuentemente animales de textura delicada y se protegen de muy diversas formas, bien ocultándose bajo el suelo de arena o de fango, bien en los intersticios de las rocas, bien recubriéndose de fundas o tubos de diversa naturaleza, como arena, caliza, materiales córneos, etc. Son ejemplo de estos animales los *Nereis* y *Hermelias* (fig. 40), que se ocultan en los intersticios de las rocas; las *Arenicola*, que lo hacen bajo la arena de las playas; los *Spyrographis*, que viven dentro de tubos córneos, y las *Serpula*, que lo hacen en el interior de tubos calizos.

7. FORMAS CANCHIFORMES.

Como también su nombre indica, son las características de los cangrejos y co-

musos a todos aquellos animales dotados de apéndices locomotores o de otra función, articulados con el cuerpo. Tienen puntos de contacto con las formas vermiformes, en el sentido de que el cuerpo suele estar formado por segmentos o anillos, compartiendo también con frecuencia el carácter de deprimidas, sobre todo en las bentónicas (ya veremos que hay formas canceriformes pelágicas). Son ejemplos de estas formas, los cangrejos de mar (*Carcinus*, *Portunus* y *Geryon* (fig. 41). Entre las canceriformes no deprimidas, están las que corresponden a los crustáceos macruros, como las langostas (*Palinurus*), los bogavantes (*Homarus*), los mangatos (*Nephrops*) y las cigarras (*Scyllarus*).

2.—FORMAS RADIADAS.

Son formas de animales típicamente sedentarios. Aquellas especies que, haciendo vida pelágica, poseen también formas radiadas, como las medusas (fig. 43), se derivan de formas originariamente sedentarias, como ya manifestamos al tratar de las formas coloniales.

Este tipo de formas es abundante en el reino animal marino, y determinados grupos de ellos, como los equinodermos, la poseen con carácter casi exclusivo (sólo las holoturias y determinados erizos, como *Spatangus*, tienen simetría bilateral, aunque en ellos perduren marcadísimos caracteres de simetría radial).

Es característico en la forma radiada, que la boca ocupe el centro de la superficie ventral del cuerpo, y que, a su alrededor, se repitan partes exactamente similares del cuerpo (los brazos de las estrellas de mar o de los ofiuroideos, por ejemplo).

Tienen simetría radiada los celentéreos y los equinodermos ya citados, en los que, por cierto, la simetría es de carácter pentagonal.

III.—LAS FORMAS DE LOS ANIMALES PELÁGICOS

Los seres que habitan en la región pelágica adoptan diferentes morfologías, en dependencia de sus formas de vida. Para unos, aquellos que viven simplemente flotando y que no tienen necesidad de adaptar su morfología a las formas hidrodinámicas, su forma depende exclusivamen-

te de la necesidad de flotar, que cuando no existen órganos especiales para esa necesidad, del tipo de los hidroestáticos (acúmulos de gotas de grasa, cámaras de flotación, etc.), se manifiesta por la aparición de apéndices largos o de gran superficie, que tienen el efecto de reducir la densidad.

En aquellos animales pelágicos, en que es necesario el movimiento, las formas se encaminan en mayor o menor grado a ofrecer la mínima resistencia a la traslación en el seno del agua, apareciendo la morfología hidrodinámica fusiforme o pisciforme, que puede alcanzar los mayores grados de perfección.

El estudio de las formas pelágicas ha sido más intensamente tratado que el de las bentónicas, siendo dignos de mención los trabajos de Ostwald sobre la viscosidad o resistencia interna de las aguas oceánicas y su influencia en la morfología de los animales marinos. También son interesantes los trabajos de Isael, que estableció la primera clasificación de este tipo de formas—en la que se ha inspirado la anteriormente expuesta para las bentónicas—, clasificación a la que, en líneas generales, nos atenemos a continuación.

1. FORMAS ESFÉRICAS U OVOIDALES.

Son características de muchos animales planctónicos, y sobre todo de los huevos, es decir, de los seres que viven flotando sin movimientos propios y a merced de los del mar.

En algunos casos, como en el de determinados foraminíferos, la existencia de un esqueleto calizo supone un aumento tal de la densidad, que conduce a la pérdida de la flotabilidad. Para conseguir ésta, es necesario un aumento de la superficie, lo que se consigue por la existencia de multitud de filamentos protoplásmicos, que salen por las perforaciones de la concha caliza y aumentan la superficie, con el consiguiente descenso de la densidad.

También poseen formas esféricas u ovoidales los procordados, es decir, animales colocados en la escala zoológica muy por encima de los foraminíferos.

2.—FORMAS LAMINARES.

Pueden ser consideradas, hasta cierto punto, como derivadas de las anteriores,

por un aplanamiento de las mismas en cualquier sentido o dirección, recibiendo el nombre de formas laminares típicas, las que se extienden en el plano superficial (es decir, las adepriuidas), y el de laminares acintadas las que lo hacen en el lateral (es decir, las comprimidas).

Son representantes de estas formas los turbeláridos pelágicos (también eran laminares los bentónicos); algunas formas larvianas pelágicas de crustáceos, como los filicomas de las langostas (fig. 45); algunos copépodos pelágicos, como *Copilia*, *Oithona* y *Calanoides*; algunos tenóforos, como el acinturón de *Venus* (*Cestum veneris*); no pocos peces, como *Trachipterus iris* y *Tr. cristatus*, y las larvas pelágicas de los peces anguiliformes del tipo de *Leptocephalus*.

3.—FORMAS LINEARES.

Son formas características de animales pelágicos flotantes, en las que el eje longitudinal domina de forma extraordinaria sobre los otros dos, que suelen ser casi iguales. Son, por tanto, formas alargadas, más o menos cilíndricas o fusiformes, generalmente rectas o muy poco encorvadas. Tienen esta forma bastantes larvas de peces, como también algunas apendicularias y dinoflagelados del tipo de los *Ceratium* y formas afines.

4.—FORMAS EN GUINALDA.

Son las formas coloniales pelágicas a que nos referíamos anteriormente, y en las que, a lo largo de un eje o sifón, se implantan los diferentes individuos coloniales. Pertenecen a este tipo las colonias de simonóforos, en las que en la parte superior o nectocoma están los individuos globosos destinados a la flotación (fig. 35), y los que verifican la locomoción, y en la inferior o sifonoma el resto de ellos, es decir, los gastróides, los gonóides, los dactilóides y los cistóides.

5.—FORMAS ACAMPAÑADAS.

Son formas radiales, procedentes de las de igual tipo bentónicas, en las que individuos de la colonia se desprenden para realizar vida pelágica independiente. Son típicas de esta forma las medusas (fig. 43), en las que, por otra parte, la forma circular, ensanchada en el plano horizontal y actuando como un paracaídas, dificulta el hundimiento del animal, facilitando la flotación.

Derivadas de las formas acampanadas, y en cierto punto similares a ellas, están las que adoptan las Velellas y las Physalías.

6.—FORMAS CANCERIFORMES.

Son similares a sus homónimas bentónicas, correspondiendo, por tanto, a los animales articulados. Se distinguen de aquellas por la mayor longitud que adquieren los apéndices articulados, que, como en otros casos anteriormente citados, al aumentar la superficie facilitan la flotación. Son características de los crustáceos principalmente y, sobre todo, de la mayoría de sus larvas, que normalmente hacen vida pelágica.

7.—FORMAS VERMIFORMES.

Similares también a sus homónimas bentónicas, se diferencian de ellas porque sus falsos apéndices o parápodos adquieren mayor desarrollo, aumentando la superficie del animal y, por tanto, su flotabilidad, al mismo tiempo que son más aptas para la locomoción. Son típicas de los anélidos pelágicos.

8.—FORMAS PISCIFORMES.

Son las más eminentemente pelágicas, cuando corresponden a animales nadadores. Son formas, especialmente hidrodinámicas, fusiformes, con secciones circular en la porción anterior del huso y elípticas en el sentido vertical, en las posteriores del cuerpo. La región anterior del huso suele ser de menor longitud que la posterior, adoptándose, por tanto, la morfología más adecuada al movimiento en un medio muy denso, a través del cual se pueda avanzar sin la formación de remolinos o turbulencias que frenen el deslizamiento.

Los órganos propulsores, presentes frecuentemente en la forma de aletas, suelen estar provistos de surcos especiales, en los que repléganse cuando el animal, adquirido un cierto impulso, se desliza en el agua por inercia del mismo, como ocurre por ejemplo con la primera aleta dorsal de los atunes, bonitos y demás escombridos.

Estas formas pisciformes que a partir de la típica fusiforme pueden experimentar las más variadas modificaciones, se dan también, además de los peces, en otros muchos grupos zoológicos. La tienen,

y muy perfecta, la totalidad de los cetáceos (ballenas, delfines, cachalotes, narvalos, etc.). Con menor perfección, pero aún con evidente carácter pisciforme, se encuentran estas formas en los pinípedos, entre los que quizá sean los más perfectos los otáridos, y los menos los odobénidos (morsas). En otros grupos de mamíferos, aún conservan algo de la forma pisciforme las mismas nutrias, algunas de cuyas especies hacen vida marina. Y entre las aves, las hay con evidente forma pisciforme, como ocurre con los pingüinos, que son eminentemente pelágicos.

Fuera de los vertebrados, también se encuentran formas pisciformes más o menos modificadas. Están, entre los animales que adoptan esta forma, los quetognatos (*Sagitta*), los cefalocordados (*Asaphidius*), y entre los moluscos, los cefalópodos, que cuando nadan y extendidos los brazos, se manifiestan como verdaderas formas fusiformes.

La forma de los animales marinos puede depender, por otra parte, de factores diferentes de los debidos a la densidad del agua y a la necesidad de moverse en ella, o de flotar, o de defenderse de los efectos mecánicos de su dinámica.

La salinidad, por ejemplo, puede en algunos casos ser la causa de la adopción de formas determinadas, o incluso de la variación de una forma preexistente, cuando las condiciones o valores de la salinidad en que viva una especie determinada, cambien por cualquier circunstancia.

En primer lugar, parece existir una dependencia entre la salinidad y la talla de algunos animales marinos, en el sentido de que los tamaños medios máximos suelen ser menores en aguas de salinidades débiles que en aguas de alta salinidad. Y, en segundo lugar, porque, como decíamos, la forma puede también variar al hacerlo la salinidad.

Tal es el caso de *Artemia salina*, un branquiópodo propio de las lagunas litorales, y extremadamente polimorfo en relación con el grado de salinidad de las aguas en que viva. Esta variabilidad de la forma se manifiesta preferentemente por la presencia de distinto número de apéndices caudales setiformes, y por su distinta longitud, en aguas de diferente salinidad y, además, por un descenso de la talla simultáneo, con un aumento

de las dimensiones de las branquias, a medida que aumenta la salinidad del agua. Es decir, que en este caso, la relación talla-salinidad es inversa a la que anteriormente citábamos.

Las diferentes formas de esta especie, denominadas *typica*, *arctica*, *milhauseni* y *koppensiana*, han podido ser obtenidas artificialmente por Schmankewitsch, en acuarios, aumentando o haciendo decrecer, experimentalmente, la salinidad del agua.

La calidad de los fondos submarinos, sobre los que reposen los animales, puede influir también en la forma de los mismos. Cuando los fondos son fangosos y de muy débil consistencia, para que los animales no se hundan en ellos, tienen que aumentar en alto grado su superficie (es decir, lo mismo que ocurría con los que tenían que flotar en la superficie, cuando no poseían órganos especiales hidrostáticos). Este aumento de la superficie se logra por un aumento, a veces desmesurado, de las extremidades, que es lo que ocurre, por ejemplo, con los pantópodos.

Las necesidades de la defensa son también causa de la modificación de las formas. Remitimos al lector al capítulo destinado al mimetismo, donde encontrará información al respecto. Citemos aquí solamente y de pasada las formas miméticas de determinados caballitos de mar (*Phyllopteryx*), destinadas a ocultar a estos peces entre las praderas flotantes de algas (fig. 46).

Infuyen igualmente en la modificación de las formas, las necesidades de la nutrición. Los animales que reposan en el fondo, carentes prácticamente de movimiento, o los que viven en la región abisal, carente de luz, a fin de tener las mayores probabilidades de capturar sus presas, suelen estar dotados de bocas enormes, lo que implica una enorme desproporción entre el tamaño de la región cefálica y el del resto del cuerpo. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, con los rapas (*Lophius piscatorius*), en los que incluso en dependencia de la función nutritiva, también se modifica la forma de la aleta dorsal, de la que el primer radio de destaca y se modifica, en la forma de un filamento terminado en punta globosa y que se dobla sobre la boca actuando a modo de señuelo o caña de pescara,

para llevar a las presas hasta aquella. Y características son las desmesuradas bocas de multitud de especies de peces abisales, entre que los más notables son, probablemente en este aspecto, los géneros *Stomias*, *Gonostoma* y *Malacosteus*.

Las necesidades de la estación implican a veces la modificación de las formas. Aquellos peces que viven en la región litoral y que tienen que fijarse al fondo de manera firme, para no ser transportados por los movimientos del agua, suelen estar dotados de ventosas ventrales, producidas por la transformación de las

aletas pelvianas. Tal es el caso de los *Lepadogaster*, anteriormente citados, y el de toda la familia de los góbidos.

En especies que hacen vida pelágica pero a costa del movimiento de otras especies, como ocurre con los peces equeniformes (*Echeneis* y *Remora*), la fijación del pez al que le traslada, se verifica también por medio de una ventosa, que en este caso, en lugar de ser ventral, está situada en el dorso de la cabeza y originada por la transformación de la primera de las aletas dorsales.

CAPITULO VII

EL COLOR DE LOS SERES MARINOS

La coloración de los seres marinos, que como es sabido presenta una extraordinaria variedad y riqueza —hasta el extremo de poder competir en muchos casos con las más abigarradas y policromas de las especies terrestres o aéreas—, se debe tanto en el caso de los animales como en el de los vegetales, a dos causas diferentes:

1.ª A la presencia de pigmentos de naturaleza química, distribuidos en los tejidos y principalmente en los epidérmicos.

2.ª A los fenómenos de reflexión o difracción de la luz, al incidir sobre superficies especiales producidas por la modificación de determinadas células.

Hay pues coloraciones que podrían ser denominadas como químicas y coloraciones asignables a la categoría de físicas.

EL COLOR DE LOS VEGETALES MARINOS

En el reino vegetal marino, las coloraciones pertenecen principalmente al primero de los grupos citados, al producido por la presencia de pigmentos, aunque puedan encontrarse también, en ocasiones, determinados brillos e inequívocas iridiscencias debidas a fenómenos de reflexión o difracción de la luz.

Los pigmentos que dan color a las plantas marinas son precisamente los llamados pigmentos asimiladores, los que realizan la fotosíntesis y que según la proporción relativa en que se encuentran en cada especie o grupo de especies, dan a estas sus coloraciones correspondientes.

Como es sabido, los pigmentos asimiladores que poseen los vegetales marinos son: la clorofila, de color verde; la ficofeina, de color pardo; la ficocitrina, de color rojo y la ficocianina, de color azul.

La clorofila se encuentra en las fanerógamas marinas y en todas las algas, siendo el pigmento exclusivo de las clorofíceas, que por eso gozan del color verde característico.

Las algas cianofíceas, además de clorofila, llevan una gran cantidad de ficocianina, que les comunica su típico color azul.

Las algas pardas o feofitas están caracterizadas por llevar, además de la clorofila otro pigmento, el pardo o ficofeina que se encuentra tanto en las diatomeas, a las que da un cierto color amarillento, como en las feofíceas, las típicas algas pardas, en las que se encuentran las más variadas tonalidades comprendidas entre el amarillo y el castaño más oscuro, sin faltar otras, como determinados *Fucus*, en los que una mayor proporción de clorofila sobre la ficofeina, les da tonalidades predominantemente verdes.

Las algas rodofíceas están, por su parte, caracterizadas por la presencia del pigmento rojo ficocitrina, que les proporciona el color rojo, color que a veces, por una intensa acumulación del pigmento, llega a ser casi completamente negro.

Como veremos en el capítulo siguiente, las diferentes coloraciones de los vegetales marinos están relacionadas con su distribución batimétrica y con el tipo de radiaciones luminosas que llegan a los niveles en que son característicos cada grupo de algas.

EL COLOR DE LOS ANIMALES MARINOS

Como apuntábamos en líneas anteriores, la coloración de los animales marinos se debe a dos causas, a la presencia de pigmentos y a los fenómenos de reflexión y difracción de la luz que adquieren en

estos seres mucho mayor desarrollo que en los vegetales. Los colores, propiamente dichos, se deben a la primera de las causas, mientras que a la segunda responden los brillos metálicos y las iridaciones.

Los pigmentos coloreadores de los animales marinos suelen estar difundidos por sus tejidos y principalmente en los epiteliales, o forman grupos de granulación de mayor o menor extensión. En otras ocasiones son la hemoglobina de la sangre o en su falta de hemocianina, los únicos pigmentos visibles, en los animales de cuerpo transparente, como ocurre en determinados anélidos e incluso en algunas larvas de peces, como las de las anguilas en sus fases de leptocefalo y angula, en las que, siendo el cuerpo completamente transparente, lo único que se ve es su sistema circulatorio, intensamente teñido de rojo.

En determinados grupos de animales, están localizados en unas células pigmentarias especiales que reciben el nombre de cromatóforos (fig. 47).

Son características estas células de los cefalópodos, los crustáceos y los peces, llegando a adquirir, sobre todo, en los primeros y en los últimos una perfección extraordinaria.

Los cromatóforos de los crustáceos responden a un tipo diferente del de los cefalópodos y los peces. En los crustáceos, los cromatóforos son células de tipo conjunto, dispersas por la superficie del cuerpo del animal, sobre el que forman agrupaciones más o menos numerosas. Tienen forma estrellada, con un cuerpo central de pequeño tamaño, del cual irradian troncos protoplásmicos ramificados de manera complicada, y terminándose cada ramificación en una fina arborización.

Los gránulos pigmentarios están depositados en el protoplasma, siendo frecuente que en un mismo cromatóforo existan pigmentos de diferentes colores, por lo que las diferentes regiones del cromatóforo pueden presentar distintas tonalidades, en dependencia de la forma en que estén distribuidos los pigmentos.

Las manifestaciones de variación del color en estos animales, en los que los cromatóforos no pueden contraerse —en contra de que en principio se creía—, se deben a que el pigmento se acumule en el cuerpo del cromatóforo solamente, sin que el color se haga entonces patente,

o se difunda por las arborizaciones, en cuyo caso aparece, merced a las corrientes protoplásmicas intracelulares.

En los moluscos y peces, los cromatóforos responden, como decíamos anteriormente, a un tipo diferente. En primer lugar no existe más que el cuerpo central, sin ramificaciones protoplásmicas. Y además, a la membrana del cromatóforo se adhieren íntimamente diminutos y numerosos músculos radiales, que son los que producen las dilataciones y contracciones del cromatóforo.

En estos animales, cefalópodos y peces, es frecuente que los cromatóforos lleven en su seno un sólo pigmento. Se llaman *melanóforos* los que están provistos de melanina y proporcionan las coloraciones grises o negras. Los *xantóforos*, que proporcionan las coloraciones amarillas, tienen por pigmento un lipocromo.

En el caso de los cromatóforos de los moluscos y de los peces, la aparición de los colores o su desaparición se produce de manera inversa a como ocurría en los crustáceos. Aquí (fig. 47), cuando el cromatóforo está dilatado, el pigmento se diluye y desaparece la coloración correspondiente. Sólo cuando el cromatóforo se contrae y el pigmento se concentra es cuando aparece la coloración. Esto explica el que siendo unos u otros de los distintos cromatóforos los que se contraigan o se dilaten, las coloraciones puedan variar y a veces de manera extraordinaria y rapidísima, lo que ocurre con particular intensidad en los cefalópodos, pero también en determinados peces de los que pueden ser ejemplo los salmonetes (*Mallus*).

Los cromatóforos pueden contraerse o dilatarse y, por tanto, concentrarse o diluirse el pigmento, por diversas causas. La misma luz es capaz, por sí sola y en determinados casos de poner en funcionamiento el mecanismo de los cromatóforos. En el caso de los crustáceos, la iluminación activa la circulación protoplásmica intracelular y los pigmentos se reparten por mayores superficies y los colores se hacen más vivos e intensos. Cuando los cromatóforos son policromos, es decir, cuando lleven más de un pigmento, la diferente distribución de los gránulos pigmentarios en el curso de la circulación protoplásmica produce los más variados efectos cromáticos.

En los crustáceos también, pero sobre todo en los cefalópodos y en los peces, los cromatóforos funcionan principalmente por el influjo del sistema nervioso que tiene un plexo cutáneo al servicio de aquellos órganos. En algunos peces como *Sylliorhina*, las manchas del cuerpo, provocadas por la acumulación de cromatóforos están en relación con la distribución de los nervios y con los segmentos del cuerpo. En los cefalópodos (Insel), son también determinados centros nerviosos los que regulan la distribución de los cromatóforos. En algunas especies de carácter transparente y provistas de pequeño número de estos órganos, los que existen se encuentran agrupados alrededor de los ganglios cerebrales y ópticos.

Los estímulos nerviosos que ponen en funcionamiento a los cromatóforos pueden ser de diversos tipos, volutarios unas veces e involutarios otras.

Los estados emotivos, por ejemplo, pueden poner en marcha los fenómenos de contracción y dilatación de los cromatóforos. Es frecuente ver como en los acuario, cuando llega la hora en que se acostumbra a dar la comida a los animales en ellos colocados, hora que llegan a conocer por signos determinados, los calamares sobre todo y los salmonetes también, se excitan de manera extraordinaria, manifestándose esa excitación por cambios intensísimos de la coloración y al mismo tiempo muy rápidos, que llegan a formar como oleadas que recorren sus cuerpos de un extremo a otro, como consecuencia de la contracción y expansión rítmica de los cromatóforos de las diferentes regiones del cuerpo.

En otras ocasiones los cambios de color son perfectamente volutarios y suelen responder a un fenómeno de mimetismo voluntario, por medio del cual los animales marinos uniformizan sus coloraciones con las del medio ambiente que les rodea.

Esta propiedad llega también a grados extraordinarios de perfeccionamiento, de los que es clásico el famoso de los rodaballo colocados sobre un tablero de ajedrez (fig. 53), cuyos cuadros blancos y negros llegan a reproducir con gran perfección y con tanta mayor rapidez cuanto más veces se repite la experiencia. La comprobación de que los cambios de coloración son volutarios se ha hecho cortando a los mismos individuos los ner-

vios ópticos y observándose que desde ese momento dejan de reproducir los colores del medio sobre el que se encuentran. También en las quisquillas se ha demostrado que en cuanto se seccionan sus pedúnculos oculares, se producen disturbios en la actividad de los cromatóforos, dejando de funcionar los rojos, pardos y amarillos, siguiendo en actividad solamente aquellos cuyo funcionamiento dependía exclusivamente de la actividad luminica directa.

Las coloraciones de tipo físico se producen, como decíamos en páginas anteriores, por efectos de reflexión de la luz (brillos), o por los de difracción de la misma (iridaciones).

En unos y otros casos, las reflexiones y difracciones se producen al incidir la luz sobre determinados células, los iridocitos, especialmente modificadas y provistas de una sustancia especial muy refringente, la guanine.

En otras ocasiones, la difracción de la luz se produce por la especial disposición de los tegumentos, como es el caso de los anélidos en los que las cerdas o las estrías de los tegumentos producen el mismo efecto que las barbitas y barbotelas de las plumas de las aves, provistas de brillos e iridaciones metálicas.

EL MIMETISMO

Los colores de los seres marinos están regulados, como hemos visto y de forma muy especial, por la luz, pero además está como elemento de primordial importancia la necesidad de la defensa que da lugar a la existencia de un mimetismo cromático, forma de ocultación de los seres marinos para pasar inadvertidos en su medio ambiente y que normalmente va unido al de las formas.

El factor luminoso va estrechamente unido a la profundidad. Lo mismo ocurre con el morfológico, pero en este, en el factor mimético, intervienen otros elementos determinados como son la estructura y calidad de los fondos, la morfología general y particular de los mismos y la de los seres que forman las distintas asociaciones biológicas en las que un ser determinado habite y entre las que deba confundirse como elemento defensivo.

Lo mismo que ocurría en cuanto a las formas pasa con los colores. La colora-

ción de los seres pelágicos tiene un mayor carácter de uniformidad que la de los bentónicos, si bien en el caso de las coloraciones, la uniformidad del medio pelágico se extiende también, aunque bajo otros patrones, a los medios batipelágico y abisal.

Es en realidad difícil de discernir con exactitud si las coloraciones de los seres marinos responden más a la influencia de la luz, que a la profundidad, que a las características de los fondos, etc., etc. En realidad, todos esos factores se reúnen para dar a los seres marinos una coloración de marcado carácter mimético, lo que no tiene nada de particular que ocurra en un medio vital tan hostil como el marino, donde toda la escala zoológica es una cadena ininterrumpida de seres depredadores y depredados y en el que bien puede asegurarse que la muerte natural por longevidad es un mero accidente, pues lo corriente es que se produzca por la violencia.

Es por tanto, procedente estudiar las coloraciones desde el punto de vista de sus adaptaciones para la defensa, es decir, bajo su aspecto mimético.

En la región pelágica, las coloraciones responden a modalidades muy uniformes, que son en realidad dos: la de los seres planctónicos que flotan a la deriva y la de aquellos dotados de movimientos propios y conocidos con el nombre general de necton.

Es muy frecuente que los seres planctónicos sean completa o casi completamente transparentes. Es esta, indudablemente, una coloración extraordinariamente mimética. Múltiples son los ejemplos que pueden citarse. Multitud de planctófitos unicelulares son transparentes. Las larvas de multitud de otros, incluso de las de grupos zoológicos de situación elevada en la escala zoológica, también son transparentes, como ocurre por ejemplo con los *Leptocephalus* de las anguilas y otros peces anguilliformes, las de los clupeidos, engraulidos, atherinidos, etc., etc. Transparentes son también algunos peces adultos, como los diminutos chanquetes (*Aphis minuta*), que precisamente por su transparencia son interpretados por los profanos como larvas de peces y no como verdaderos adultos, y en los que esa transparencia se debe precisamente a su carácter de elementos pelágicos y casi planctónicos.

También son transparentes los radiolarios coloniales, las noctilucas, la casi totalidad de las medusas, los alonóforos y tenóforos. Y también lo son las Salpas y el propio *Amphorura lanceolatus*, por no citar más ejemplos.

Cuando los seres pelágicos no son transparentes, las coloraciones predominantes oscilan entre el verde, el azul y el violeta, más o menos intensos que pueden llegar a negro por gran acumulación del color, combinados con las tonalidades blancas y los brillos plateados.

Es frecuente que los seres nadadores posean el dorso de color oscuro (azul, verde o incluso negro), mientras la superficie ventral y los flancos son blancos o plateados (fig. 48).

Este tipo de coloración que fuera del agua aparece como extraordinariamente llamativo, sobre todo por el gran contraste que ofrecen ambas coloraciones, separadas frecuentemente por líneas muy netas, es sin embargo, especialmente mimético en el medio pelágico.

Cualquier pez, por ejemplo, que haga vida pelágica, está constantemente sometido al peligro de ataque procedente del aire —las aves marinas—, y al procedente de las capas más profundas del mar —otros peces o animales marinos—, que los busquen como alimento.

Para un ave que vuele, oteando la superficie del mar en busca de presas, aquella aparece, incluso en los momentos de mayor luminosidad, con un color azulado o verdoso, más o menos oscuro. Los dorsos de los peces pelágicos, mamíferos o aves que estén nadando, se confundirán por su tono oscuro con la similar tonalidad del mar que ven las aves, las que descubrirán a sus presas solamente cuando éstas, al moverse, se inclinen de costado por cualquier causa y ofrezcan a la visión desde el aire sus flancos blancos o plateados o su superficie ventral similarmente coloreada.

Para un animal que persiga su alimento de abajo a arriba, la superficie del mar, iluminada por los rayos solares, aparece como blanca brillante y por tanto las superficies ventrales de los peces o sus flancos, blancos o argentados, serán el mejor procedimiento de que paseen inadvertidos.

Es decir, que este tipo de coloración de dorsos oscuros y superficies ventrales y

laterales claras, es la más mimética que pueden adoptar, dadas las condiciones de iluminación del medio pelágico.

Los peces eminentemente pelágicos como los clupéidos (sardinias, alachas, espadines), los engráulidos (boquerones), los belónidos (agujas de mar), los escómbridos (atunes, bonitos, bacorretas, albacoras, etc.), los seláceos pelágicos (marrajos, jaquetones, tintoreras, etc.), algunos cetáceos como los delfines, etc., etc., son ejemplos clásicos de este tipo de coloración.

No faltan sin embargo, ejemplos de peces pelágicos coloreados de forma diferente. El mimetismo cromático puede manifestarse también por la presencia de manchas más o menos sinuosas o irregulares, de bandas longitudinales o transversales, que rompen la silueta de los seres que las poseen, que de esta forma pueden pasar inadvertidos. Y sobre todo, si estas manchas se superponen a la típica coloración pelágica descrita anteriormente.

Coloración de este tipo puede por ejemplo el famoso *pez piloto* (*Naucrates ductor*) (fig. 51), que acompaña a los grandes escualos en sus correrías y en el que, sobre la coloración pelágica típica de dorso negroceo azulado y vientre y flancos claros, se extiende una serie de bandas transversales de azul intenso oscuro. El dorso de algunos escómbridos como las caballas, los estorninos y los bonitos, está también surcado de manchas oscuras, transversales en unos casos o longitudinales en otros, que ayudan a romper sus siluetas y a hacerlos más miméticos.

Hay sin embargo, excepciones en cuanto a estos tipos de coloraciones se refiere, en los seres pelágicos, que sin embargo, como en otras ocasiones, bien puede decirse que son la confirmación de la regla.

Se encuentra una de estas excepciones en los mismos peces, y concretamente en las rémoras (*Echeneis* y *Naucrates*), que si bien hacen vida pelágica acompañando también a los grandes escualos no nadan por sí mismos, sino que se dejan arrastrar adheridos a aquéllos por la ventosa céfalica que les es característica. En estos peces, la coloración es totalmente oscura e incluso negra, tanto en el dorso como en los flancos y el vientre. Esto se debe a que la posición que adoptan al adherir-

se a sus acompañantes es completamente fortuita, unas veces en posición normal, otras de costado, otras con el dorso para abajo. Y en estas condiciones la acción de la luz, que es la que suele acumular la pigmentación en las partes expuestas a ella, actúa por igual en todo el cuerpo.

A medida que aumenta la profundidad, la luz va disminuyendo, tanto por la cantidad de la misma que penetra, como por el número de las diversas radiaciones, que siendo absorbidas en distinto grado, experimentan una reducción progresiva con la profundidad.

Eso supone que en un medio oscuro, el mimetismo consiste en igualar la coloración con la ausencia de color remanente. Por ello, a medida que los seres marinos habitan a mayores profundidades, los contrastes de coloración van atenuándose, después se pierden, comienzan a dominar los tonos grises y los negros y, al final, en los seres abisales son frecuentísimas las coloraciones completamente negras, es decir, carentes de color (fig. 52). Ahora bien, como a esas profundidades el color rojo es invisible, dado el tipo de radiaciones que llegan a esas regiones, es también muy frecuente que los colores sean rojos, en sus más variados tonos e intensidades.

Ejemplos de seres batipelágicos y abisales negros se presentan abundantísimos en muy distintos grupos zoológicos. Dentro del de los peces lo son la mayoría de los mictóforos, los estomiátidos, los caudóntidos y cerátidos. Entre los que tienen coloraciones rojas podemos citar, entre los peces, a los triglidos y a los escorpénidos de profundidad como *Sebastes*, a los apogónidos del género *Apogon*, etcétera.

Son de color intensamente rojo algunos crustáceos decápodos macruros de gran profundidad, como los escarabíneos (*Aristeus* y *Aristeomorpha*) y los maganicos (*Nephrops*), erróneamente conocidos con el nombre de cigalas.

No pocos equinodermos, como bastantes estrellas abisales y los crinóideos, suelen presentar coloraciones rojas.

Los gorgónidos y antipatarios en general es frecuente que también presenten coloraciones rojas, que por acumulación del pigmento llegan en ocasiones a aparecer como negras.

En los animales que pueblan la región litoral, las coloraciones miméticas son mucho más variadas, hecho que está en dependencia con la paralela mayor variedad de estos fondos, que contrastan con la uniformidad ya reiteradamente citada del medio pelágico, del batipelágico y del abisal.

La fauna de la región bentónica litoral presenta la más numerosa gama de colores y formas de distribución de los mismos, variedad y riqueza cromáticas que alcanzan en realidad formas esplendorosas en las regiones tropicales y particularmente en las zonas de los arrecifes coralinos. Los colores más diversos y a veces cambiantes, las manchas irregulares, los contrastes más vivos y extraños de color, se dan en los seres que habitan estas zonas. Son las regiones de los lábridos (maripositas, bodiones y julias), de los quetodontidos (fig. 50), etc., etc., seres que no tienen nada que envidiar en cuanto a riqueza y variedad de colorido, de las más bellas aves o insectos tropicales.

En la región litoral, el mimetismo es la ley general. Los cromatóforos son abundantes en las especies que pueblan estas zonas, que acomodan sus coloraciones al ambiente que les rodea o si no pueden cambiarlas, las tienen a manchas de grandes contrastes que rompen sus siluetas. Las manchas, franjas, bandas, máculas, motas, etc., se encuentran profusamente distribuidas. Sólo los seres sedentarios tienen las diferencias de color oscuro en la cara expuesta a la luz y claro en la opuesta, sobre la que reposan en el fondo. Son estas superficies la dorsal en las formas deprimidas como rayas, chuchos, torpedos, etc., etc. y el flanco izquierdo o derecho, en dependencia de las especies, en los pleuronectiformes, que como exponíamos al tratar de las formas aunque sean laminares y aparentemente deprimidas desde el punto de vista anatómico son en realidad comprimidas.

Se observa en estos peces la marcada influencia de la luz en la repartición del pigmento. Hasta el extremo que como los bordes del cuerpo no permanecen absolutamente inmóviles, sino que experimentan un determinado movimiento de ondulación, que permite que les llegue algo de luz, la superficie ventral o lateral que reposa sobre el fondo, en su posición marginal pierde su total blancura,

para experimentar evidentes signos de un principio de pigmentación.

En determinadas ocasiones y sobre todo en ciertas especies bentónicas litorales, la coloración no se debe a pigmentos de carácter químico ni a fenómenos físicos de reflexión o difracción de la luz. Puede darse el caso de que la coloración se deba al recubrimiento de las especies por otras unicelulares o pluricelulares microscópicas que dan al animal que las lleva su color verde característico. Este es el caso de *Convulva viridis* y *Bonella viridis*, cuyo color verde se debe a las algas verdes (*Zoochlorellas*) que las recubren y con las que viven en simbiosis, o el de los nudibrancos que toman el color verde de las algas de que se alimentan.

Las adaptaciones defensivas de los animales marinos, y como ya hemos expuesto anteriormente, no se limitan a las del mimetismo cromático. No es solamente la adopción de una coloración determinada el método que tienen los animales para defenderse por la ocultación, de una manera pasiva, ya que las adaptaciones miméticas afectan también a las formas.

Naturalmente, en el caso de las formas defensivas es imposible cambiarlas, salvo muy rara excepción, como ocurría con los colores, merced a la acción de los cromatóforos, para ponerla de acuerdo con la de los objetos o accidentes que caractericen el medio ambiente, pero no por ello no dejan de ser medios defensivos, ya que por lo menos y como vimos en páginas anteriores, los seres marinos tienen formas especialmente adaptadas a sus habitats y medios ambientes particulares.

La forma fusiforme de los seres pelágicos es una adaptación defensiva, puesto que les permite huir con rapidez cuando se ven atacados. Los animales bentónicos, que como ya vimos, o no tienen forma fusiforme o no la tienen perfecta, tienen otras de acuerdo con la variedad fisiológica del medio en que viven. Los que lo hacen continuamente pegados al fondo tienen formas completamente deprimidas, por medio de las cuales apenas sobresalen sobre el fondo en que reposan, haciéndose casi completamente invisibles y tanto más, cuanto que el mimetismo morfológico suele ir unido al cromático. Este es el caso de rayas, torpedos, chuchos, lenguados, gallos, rodaballo, etcé-

tera, que incluso cuando están reposando sobre el fondo son capaces de producir pequeños movimientos del borde del cuerpo que levantan nubecillas de sedimentos que al caer de nuevo sobre el animal, lo enmascaran aún más de lo que lo hacen la forma y el color acomodado.

Cuando los fondos son abruptos y abigarrados, con relieves sinuosos y con otros animales y vegetales contribuyendo a la formación del medio ambiente, es frecuente que determinados animales marinos y particularmente los peces, tengan el cuerpo recubierto de multitud de crestas, surcos, apéndices dérmicos multiformes y otras formaciones, particularmente abundantes en la región cefálica, que rompen las líneas de sus siluetas. Un caso típico de estas formaciones miméticas es el de los escorpenidos, frecuentemente plagados de estas formaciones, que se suman a las muy características variedades de su coloración.

Las adaptaciones de las formas al servicio del mimetismo llegan a adquirir en los peces grados extraordinarios de perfección, que pueden competir, como en el caso de las coloraciones, con las más complicadas de los insectos, en los que estos fenómenos son tan abundantes y curiosos.

Existen unos pececillos, próximos parientes de los caballitos de mar (fig. 46), pertenecientes al género *Phyllopteryx*, que

viven en las praderas de algas flotantes, y en los que se da uno de los más maravillosos casos de mimetismo del reino animal. Estos pececitos carecen de capacidad de natación y por lo menos no pueden desplazarse con rapidez y huir de sus posibles enemigos. Estarían a merced de ellos si no fuese porque todo su cuerpo está materialmente recubierto de expansiones dérmicas laminares que reproducen exactamente por su forma, la de los frondes de las algas sobre las que viven. Si a esto se une el que el color del cuerpo y de las expansiones laminares es también exactamente el mismo que el de las algas, se comprende el que sea muy difícil distinguirlos entre ellas.

No se limitan tampoco las adaptaciones miméticas de los animales marinos a lo expuesto anteriormente para las formas y el color, pues aún existen otras manifestaciones de la ocultación. Es curioso, por ejemplo, el caso de las centollas (*Mais*), que viven en fondos rocosos más o menos recubiertos de algas y que para disimular su color pardo que contrastaría con el verde de las praderas, se recubren por sí mismas y por medio de sus pinzas y patas, de algas de las que les rodean, que adhieren perfectamente a las rugosidades de su caparazón y que transportan de un lado para otro, proporcionándoles una cobertura de perfecto carácter mimético.

CAPITULO VIII

ADAPTACIONES DE LOS SERES MARINOS EN RELACION CON LA LUZ

Al tratar de la coloración de los seres marinos, vimos la influencia que ésta tiene en los distintos tipos de aquélla, como uno de los factores más influyentes en la misma.

Pero, además, la luz influye en otros aspectos de la morfología, la anatomía y la distribución en el mar que los seres que lo pueblan y de manera no menos decisiva. Trataremos en este capítulo de esos aspectos diferentes de la coloración, aunque en algunos casos téngamos que volver a hacer referencia a algunos de los ya tratados en aquel capítulo o en otros anteriores.

INFLUENCIA DE LA LUZ EN LA REPARTICIÓN BATIMÉTRICA DE LOS VEGETALES MARINOS.

Al tratar de la coloración de los vegetales marinos dijimos que las fanerógamas y las clorofíceas eran verdes debido a la presencia exclusiva de clorofila; que las cianofíceas eran azules por poseer, además de clorofila, grandes cantidades de ficoeritrina; que las ficofíceas y las diatomeas eran amarillas o marrones por la presencia de la ficoeritina y que, finalmente, las rodofíceas eran rojas por poseer ficoeritrina.

Clorofila, ficoeritrina, ficoeritina y ficoeritina son, como es sabido, los pigmentos asimiladores de las plantas marinas, a cuya presencia se debe la capacidad fotosintética. Y lo mismo que en los vegetales terrestres, para que los pigmentos asimiladores cumplan su función, es precisa la presencia de la luz.

Al tratar de ésta y del color en el mar, en el capítulo segundo, decíamos que las diferentes radiaciones monocromáticas integrantes de la luz blanca solar, eran absorbidas de manera diferente por el agua del mar, desapareciendo progresivamente

desde la superficie hacia el fondo, en orden creciente a partir del rojo, siguiéndoles en orden de desaparición las anaranjadas, verdes, azules y violetas y siendo las más rápidamente absorbidas las dos primeras —que tenían una mínima capacidad de penetración en el agua—, y las que más profundamente penetran las violetas y azules.

Es sabido, por otra parte, que aunque las radiaciones azules llegan hasta profundidades muy considerables, ya que placas fotográficas sumergidas hasta 1.300 metros de profundidad se han impresionado, la luz no penetra en cantidad suficiente para permitir la vida vegetal más que hasta profundidades mucho más reducidas, que no sobrepasan nunca las máximas de la plataforma continental y que, frecuentemente, son mucho menores, puesto que nunca está el agua completamente clara.

Si la luz blanca no penetra en el mar más que muy superficialmente, siendo rápidamente absorbidas las radiaciones rojas y las anaranjadas, se comprende el que, pasada una cierta profundidad, la clorofila sea incapaz de realizar por sí sola los procesos fotosintéticos, teniendo que ser acompañada o sustituida por otros pigmentos de diferente coloración, capaces de ir aprovechando las radiaciones verdes, azules y violetas que llegan a mayores profundidades.

Por ello las algas marinas de los grupos de las cianofíceas y de las clorofíceas, como las fanerógamas marinas, se encuentran siempre en los niveles más superiores de las facies bentónicas, o en superficie cuando son pelágicas.

Les siguen en profundidades las algas pardas, cuya ficoeritina es capaz de realizar la fotosíntesis en ausencia de las radiaciones rojas y anaranjadas, siendo también demostrativo el hecho de que las

algas eparsas del tipo de los *Fucus*, que son las que mayor cantidad de clorofila tienen —por lo que frecuentemente son de color francamente verdoso—, son las feofitas que viven en los niveles más superiores, estableciendo la transición entre las clorofíceas y las feofitas.

Finalmente, en los niveles más profundos se encuentran las algas rojas o rodofíceas, que son las únicas capaces, merced a la ficoeritrina, de realizar la fotosíntesis en presencia de las últimas radiaciones verdes y azules que llegan a esos niveles. Como es natural, no todas las algas rodofíceas viven en profundidad. Lo mismo que existen feofitas como los *Fucus*, que siendo feofitas tienen color verde y por tanto, habitats más superficiales, también hay rodofíceas que incluso no son rojas, por lo que se las encuentra hasta en niveles muy superficiales.

ADAPTACIONES DE LOS ANIMALES MARINOS, DEPENDIENTES DE LA LUZ.

Prescindimos aquí, como ya hemos indicado de las adaptaciones cromáticas, ya tratadas en el capítulo anterior.

Hemos visto como la penetrabilidad de la luz en el seno de las aguas marinas tiene un límite, sobrepasado el cual reina una absoluta oscuridad en cuanto a la luz solar se refiere, puesto que no hay absoluta carencia de luminosidad, ya que como veremos más adelante, son pléyades los seres marinos capaces de producir luz por sí mismos y de iluminar incluso con una cierta intensidad los grandes abismos oceánicos.

La visión en los animales marinos, que no llega a alcanzar la complicación y perfección de los animales terrestres o aéreos de los grupos zoológicos superiores, ni siquiera en el caso de los peces, tiene sin embargo los más diversos grados de desarrollo, que van desde la simple presencia de manchas oculares u ocelos, a los complicados ojos de los cefalópodos, los crustáceos y los peces. Y eso, si prescindimos de los reptiles, aves y mamíferos marinos, en los que la visión alcanza como en los terrestres, los más altos grados de perfección.

Pese a que la transmisión de la luz no es fácil en el medio acuático, se observa en la escala zoológica marina un perfecto

desarrollo de los órganos visuales, que demuestra que la selección natural y las necesidades de los animales marinos han llevado a éstos al máximo aprovechamiento posible de la luz.

Así, es muy frecuente que las máximas complicaciones en la anatomía de los órganos visuales corresponda a aquellas especies que viven en las mayores profundidades, donde los animales son completamente ciegos o presentan ojos de extraordinarias dimensiones. Resaltando en raras las especies totalmente ciegas, y entre ellas pueden contarse, por ejemplo, los peces de los géneros *Inops*, *Photichthys* y *Benthocthis*.

Es curioso, por ejemplo, el fenómeno del aumento del tamaño de los ojos en relación con el de la profundidad, en los peces, y tanto en lo que se refiere a las diferentes especies de una misma familia, que habitan a profundidades diferentes, como a una misma especie que viva en épocas distintas de su vida a profundidades también diferentes.

Las especies del género *Pagellus*, de la familia de los espáridos, viven a diferentes profundidades.

Pagellus morrhuus, la cherreras, vive en niveles muy someros y en ella los ojos son francamente pequeños.

Pagellus acarne, el saligotes, propio de fondos de algo mayor consideración, que llegan hasta el centenar de metros, tiene los ojos bastante mayores que la especie anterior.

Pagellus erythrinus, la ebréca, alcanza mayores profundidades todavía y en ella los ojos son mucho mayores que en las dos especies anteriores.

Finalmente, la especie que vive a mayores profundidades es el ebesugo el *Pagellus caustabricus*, y en ella los ojos son notablemente grandes, mucho mayores que en las restantes especies del género.

Lo mismo ocurre con las especies del género *Dentex*, también de la familia de los espáridos, en la que a partir de los edentones (*Dentex dentex*), que son los que viven a menor profundidad y tienen los ojos más pequeños y pasando por las esamas de plumas (*Dentex filamentosus*) y las echacaronas (*Dentex maroccanus*), se llega a la especie más profunda, que hace vida completamente batipelágica y abisal, en la que los ojos son desmesuradamente

grandes, hasta el extremo que los eca-chuchos, que de esta especie se trata, han sido caracterizados con el nombre científico por el tamaño de sus ojos, denominándose *Dentus macrophthalmus*, es decir, «de ojos grandes».

En cuanto a la variación del tamaño de los ojos en una misma especie es digno de mención, por ejemplo, el caso de las anguillas. Mientras viven en las aguas dulces, que nunca tienen grandes profundidades, los ojos de estos peces son pequeños. Pero cuando terminada la fase de vida ducescencia se disponen a migrar hacia el mar, para ir a los lejanos y profundos lugares donde han de verificar la reproducción, y adonde llegan nadando a grandes profundidades, experimentan un notable aumento del tamaño de los ojos, paralelo por cierto, a un general ennegrecimiento de su coloración, como corresponde a especies que han de vivir por lo menos en el medio batipelágico, cuando no en el abisal.

Es muy frecuente que la ausencia de ojos, o su relativa atrofia, vaya unida, como compensación y para una más fácil captura de los alimentos, a un gran desarrollo de la boca, como ocurre por ejemplo con los peces de la familia de los sacofaringiformes (Género *Eurifaryx*).

En muchos casos, el gran desarrollo de los ojos en las especies abisales va acompañado por un desplazamiento de los mismos, a los lados de la cabeza, situándose en el extremo de pedúnculos y obteniéndose de esta forma un mayor radio de capacidad visual, tanto más cuanto que estos ojos —denominados pedunculados— pueden ser, con sus propios pedúnculos extraordinariamente móviles.

El caso más curioso quizá de presencia de ojos pedunculados es el de las larvas de los peces de género *Stylophthalmus*, (*Stylophthalmus paradoxus*) (fig. 54), en las que los ojos están situados en los extremos de unos larguísimo pedúnculos formados por los propios nervios ópticos, que adquieren una longitud enorme, equivalente por lo menos a una cuarta parte de la longitud total del pez, que por otra parte y para hacer resaltar más aquel carácter es muy largo y delgado.

En otros casos, los ojos de los peces abisales se modifican, aparte de adquirir unas dimensiones extraordinarias, por el enor-

me desarrollo de sus elementos lenticulares, que al hacerse muy grandes y globosos dan lugar a lo que Chun denominó ojos telescópicos (fig. 55).

Son ojos muy voluminosos, con una gran curvatura, frecuentemente algo pedunculados y con el cristalino dotado de una gran esfericidad y tamaño, que repercute en un paralelo gran abombamiento de la córnea.

Estos ojos, de auténticos miopes, sólo permiten la visión a muy corta distancia, pero aumentan mucho los detalles. Es frecuente que su presencia vaya unida a la existencia de dos zonas retinianas de diferente misión. Una central, la normal y más desarrollada, y otra periférica, en la que parece ser que se perciben, especialmente, los movimientos y los cambios de intensidad lumínica.

Especies de peces de ojos grandes, pedunculados o no, son muy abundantes en los fondos batipelágicos y abisales. Apoyon imberbis, de intensísimo color rojo, tiene los ojos enormes. *Epigonus telescopus* de color gris oscuro, también tiene ojos muy grandes. Y típicos son los enormes ojos de *Berix splendens*, *Berix decedactylus*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Diretmus argenteus*, *Platyberix opalescens*, *Sternophyllax diaphana*, *Argyroplectus hemigymnus* (fig. 55), etc., etc.

En los ojos de los crustáceos se experimentan similares transformaciones, aunque con arreglo a particularidades a veces diferentes debidas a su categoría de animales artrópodos y dotados por consiguiente de ojos compuestos.

En primer lugar, los ojos son frecuentemente pedunculados y a veces extraordinariamente, como en *Gonopiaz*. Con no menor frecuencia se produce en cada elemento constitutivo del ojo compuesto una modificación similar a la que experimentan los peces. Los ojos sencillos de la parte inferior se desarrollan mucho más, constituyendo su conjunto un auténtico ojo telescópico. Los ojos sencillos laterales apenas si se modifican y de esta forma cada ojo compuesto está formado por dos zonas: la basal que sustituye al ojo telescópico y que ve los detalles de los objetos, aumentados (lo que se veía en la retina central de los peces), y otra lateral destinada a la observación de los objetos situados a mayor distancia y que, en no pocas ocasiones son iluminados por ór-

gnos especiales luminiscentes, anejos al ojo.

Decíamos en líneas anteriores que si bien la luz solar no llegaba a las grandes profundidades, no reinaba en ellas absoluta oscuridad por la presencia de multitud de animales capaces de producir, por sí mismos, una determinada calidad y cantidad de luz, merced a la presencia de determinados órganos especiales.

Los seres productores de luz que abundan muchísimo más en el medio marino que el dulceacuícola, el terrestre o el aéreo, no se circunscriben a las regiones batipelágica y abisal, donde reina la oscuridad, puesto que también viven a menores profundidades, e incluso en la misma superficie, donde pueden ser extraordinariamente abundantes como ocurre con muchos pertenecientes al plancton.

Son por ejemplo elementos planctónicos productores de luz, por bioluminiscencia —no debe hablarse de fosforescencia, puesto que el fósforo no interviene para nada en la producción de este tipo de luz—, las famosas *Noctiluca*, los *Towopteria* y los *Goniadax*.

Los seres marinos productores de luz, y con arreglo al tipo de ella que producen, han sido clasificados por Joubin en tres categorías diferentes:

1.ª Los que producen bioluminiscencia difusa.

2.ª Los que la producen en lugares precisos y determinados del cuerpo.

3.ª Los que poseen aparatos u órganos especiales para la producción de luz, y que son a veces extraordinariamente complicados.

Los pertenecientes al primer grupo son, como es lógico, los pertenecientes a los grupos zoológicos y botánicos más inferiores, aunque este tipo de luz no falte tampoco en los superiores, acompañando a veces a las otras formas de bioluminiscencia.

Entre estos seres están las bacterias bioluminiscentes o fotobacterias como *Photobacterium phosphorescens* y *Photobacterium coronatum*.

La luminosidad de las bacterias marinas ha dado lugar a muy curiosos experimentos, como los de Dubois que, demostrada la perdurabilidad de los cultivos de este tipo de bacterias, construyó focos lumino-

sos de luz fría, con globos de vidrio repletos de cultivos de las mismas.

La producción de bioluminiscencia por parte de las bacterias se verifica a muy diversas temperaturas, habiendo podido demostrar Tarchanoff, a este respecto, que las fotobacterias del mar Báltico, conservadas a seis y siete grados bajo cero, mantenían perfectamente su actividad luminosa.

Muchas veces, las fotobacterias, asociadas a otros seres marinos, les hacen participar de su luminosidad, como ocurre en ocasiones con las epulgas de mara (*Talitrus saltator*), de las playas.

Para algunos zoólogos como Pierantoni y Zipolo, la luminiscencia de algunos animales no se debe a su asociación con fotobacterias, sino a su alimentación de detritus poblados por aquellas. Según dichos autores, se trataría de una especie de enfermedad luminosa, capaz incluso de ser transmitida por herencia. No parece que esto sea cierto.

Entre los seres planctónicos pelágicos, como decíamos anteriormente, se encuentran entre los bioluminiscentes algunos dinoflagelados como *Noctiluca* y *Goniadax*, famosos por producir intensas luminosidades en el agua del mar superficial.

Al segundo grupo, al de los que presentan su bioluminiscencia localizada en determinados puntos del cuerpo, pertenecen la mayoría de los celentéreos pelágicos, otros no pelágicos como *Veretillum*, algunos aleonarios coloniales y gorgónidos y los procordados del grupo de los *Pyrosomas*, que deben su nombre a esta propiedad.

Entre estos animales, pero perteneciendo a la fauna abisal, se encuentran determinadas estrellas de mar, en las que, como en los *Veretillum*, la luminiscencia es con frecuencia de carácter intermitente, de forma que el cuerpo puede ser recorrido por oleadas de luz, de la misma forma que ocurría con los cambios de color ya citados en cefalópodos y peces como los salmonetes (*Mullus*).

Al tercer grupo, caracterizado por la presencia de órganos especiales para la producción de la luz, pertenecen los crustáceos, los cefalópodos y los peces, es decir, aquellos mismos grupos de animales que se caracterizaban por la presencia de crenostóforos.

Los órganos productores de luz en los cefalópodos suelen estar situados en la superficie ventral de estos animales y más abundantemente en la cabeza que en otras regiones del cuerpo, estando presentes incluso en los tentáculos. Forman no pocas veces verdaderos anillos periorbitarios.

Estos órganos, estudiados detenidamente por Joubin, tienen las características siguientes: (fig. 56 a).

Hay una masa principal, de forma ovoídea, recubierta en toda su extensión por un pigmento melánico, que forma una capa gruesa, opaca y no refringente.

La masa ovoídea, que es la productora de luz, tiene, inmediatamente encima de la capa negra otra constituida por iridocitos, muy refringente. Internamente a ella, está la capa fotógena, de manera que la luz producida, es reflejada por la capa subyacente.

Ambas, la fotógena y la refringente, recubren la totalidad del cuerpo ovoídeo excepto en su porción superior, donde hay una masa de tejido cartilaginoso muy grueso y diáfano, en la forma de una lente biconvexa muy gruesa que hace el efecto de un verdadero cristalino o lente amplidora de un reflector.

En uno de los bordes superiores de cuerpo ovoídeo existe una prolongación laminar de los tegumentos, de sección cóncava, en forma de reflector, que está también tapizada en su estrato más profundo por una capa melánica y más externamente por otra refringente de iridocitos, sobre la que se adosan multitud de laminillas conjuntivas transparentes.

Con esta disposición, parte de la luz emitida a través del cristalino y desde el cuerpo ovoídeo, es reflejada por el espejo de la lámina accesoría, que de esta forma transmite una especie de luz difusa que rodea a la más intensa del centro de la lente.

La luz emitida por estos órganos puede variar no sólo de intensidad, sino de color, lo que se consigue, por la existencia sobre la superficie del cristalino, de series de cromatóforos, que según estén más o menos contraídos o dilatados y que sean los de un color o los de otro los que estén en funcionamiento, producirán las diferentes intensidades o tonalidades de la luz emitida.

En algunos casos el órgano productor de luz puede complicarse aún más por la

presencia de una segunda lente (fig. 56 b) colocada en posición lateral.

Estos órganos luminosos, lo mismo que los cromatóforos, funcionan por la acción motora del sistema nervioso y con frecuencia de manera perfectamente voluntaria.

En algunos crustáceos pelágicos (esquidopos y decápodos macruros nadadores) existen también órganos bioluminiscentes.

En estos animales, los órganos luminiscentes pueden ser independientes y estar difundidos por la superficie del cuerpo, o estar incluidos dentro de los ojos.

Los órganos independientes diseminados por el cuerpo son rodeados en lugar de ovoídeos y poseen coloración roja, originada por una capa pigmentaria que los recubre.

La lente o cristalino de los órganos luminosos de los cefalópodos está sustituida en los órganos luminiscentes de los crustáceos por dos aparatos, uno superficial y otro más profundo, ambos recubiertos por la epidermis (fig. 56 c).

En los órganos incluidos dentro de los ojos no hay lentes. Estos órganos son de muy pequeño tamaño, y están intercalados entre los ojos simples, que integran los compuestos característicos de estos artrópodos.

Los órganos luminosos de los peces ofrecen mayor variabilidad, pudiendo coexistir en una misma especie los de diferentes clases.

Aun siendo de diferentes clases, siempre tienen de común la existencia de la capa pigmentaria externa, el reflector interior de iridocitos, el órgano fotógeno y la lente correspondiente.

Lo mismo que en los cefalópodos, puede haber un reflector externo, también recubierto de pigmento. Todo el órgano está embebido en la piel, haciéndose visible al exterior a través de una porción transparente de las escamas que corresponden a la posición de estos órganos.

Así como en los crustáceos y en los cefalópodos, la posición de los órganos fotógenos puede variar, en los peces están distribuidos con regularidad, principalmente en la región ventral y en los flancos del cuerpo y de la cabeza, y normalmente en dependencia con el sistema nervioso de la línea lateral. Esta es la ra-

són por la que, con frecuencia estos órganos sean muy abundantes en la cabeza de los peces, donde las ramificaciones del sistema nervioso de la línea lateral tienen amplia distribución.

El procedimiento de la producción de la luz, es decir, el origen de la bioluminiscencia, ha sido motivo de multitud de investigaciones que comenzaron con las observaciones de Paraday sobre los cucuyos, en los que observó que la luminosidad persistía después de la muerte de los individuos.

Este hecho, contrario a la opinión de autores como Pflüger, demostró que el fenómeno no era una propiedad de la materia viva.

Se pensó en que la luminiscencia se debía a un proceso oxidativo, similar al de la fosforescencia de determinados compuestos grasos que se hacen luminosos en esas condiciones, cuando están en un medio alcalino.

En refuerzo de la teoría oxidativa pa-

recía concurrir el fenómeno de la luminiscencia de algunos copépodos pelágicos, cuya luz se produce en determinados poros excretores que exudan una sustancia verdosa amarillenta y sólo cuando el exudado se pone en contacto con el agua —que es cuando es posible la oxidación—, y no ante cualquier otro agente físico o químico.

Hoy se admite como principio general y sobre todo a partir de las observaciones realizadas por Dubois en los *Pholas*, que la bioluminiscencia es un fenómeno de tipo fermentativo, que se produce por el contacto de dos sustancias, un fermento y una sustancia fermentescible.

Se denominan ambas *luciferina* y *luciferasa*, *luciferina* la sustancia fermentable y *luciferasa* el fermento. Este se produce en los órganos fotógenos, mientras que la sustancia fermentescible está difundida por todo el cuerpo, produciéndose la luminiscencia sólo en los puntos de contacto de ambas.

CAPITULO IX

ADAPTACIONES DE LOS SERES MARINOS A LA PRESION

Ya expusimos al tratar de los caracteres físicos del agua del mar, que la presión aumentaba, con poca diferencia, una atmósfera por cada diez metro de profundidad.

Esto supone, como es natural, la existencia de enormes presiones, que llegan a sobrepasar las 1.000 atmósferas en las mayores profundidades oceánicas, que por lo menos llegan a las 600 en las de 6.000 metros, donde se han encontrado seres vivos, y que son de 360 para la profundidad media de los océanos.

Pudiera haber quien pensase, y los ha habido, que bajo tales presiones la vida no era posible, ni incluso los movimientos. El razonamiento carece de base puesto que las presiones se ejercen en todos los sentidos y los seres los soportan por todas partes con igual intensidad, lo mismo qué ocurre con los que viven en el medio atmosférico.

Dos pueden ser los motivos principales en que pudiera pensarse, bajo el punto de vista de la presión, como obstáculos para la existencia de los seres vivos a tan grandes profundidades. El primero, la existencia de esas mismas grandes presiones como factor físico que tendiese a aplastarlos. El segundo, la dificultad que a primera vista existiría para que a aquellas presiones pudieran existir gases disueltos, haciendo imposible la respiración o la dificultad de respirarlos si sus presiones eran las correspondientes a aquellas profundidades.

La primera de las causas, la existencia de enormes presiones está perfectamente compensada por la existencia, en los seres marinos, de iguales presiones en sus fluidos orgánicos, que equilibran perfectamente la presión exterior, siendoles completamente indiferente, con tal de que no cambie trascendentemente, el valor de la misma.

El único problema que se presentaría a las especies que viven bajo grandes pre-

siones es el de las migraciones o desplazamientos verticales que puedan necesitar realizar, puesto que en ese caso precisarían acomodar sus presiones internas a las de los niveles a que se trasladan.

Existe, como es sabido, multitud de especies abisales que realizan esas migraciones verticales, que son a veces de gran amplitud (hasta de 400 metros, equivalentes a 40 atmósferas, no son raras).

Muchos son los peces abisales que diariamente, y por la noche, ascienden hasta la superficie (los micrófidos por ejemplo entre ellos), y aunque se ignore el tiempo que tardan en realizar la ascensión, es indudable que no han de tardar mucho y que poseen, para ello, un mecanismo especial de compensación muy rápido. Se dice que ballenas arponeadas han descendido rapidísimamente hasta 800 metros de profundidad, donde han sido detectadas, para volver después a la superficie.

Basté pensar para reconocer lo rápido que ha de ser el mecanismo de compensación, que cuando el hombre desciende con escafandras autónomas o de buzo a profundidades de menos de un centenar de metros, precisa realizar una ascensión muy lenta con frecuentes y prolongados periodos de descompresión. ¡Y se trata solamente de presiones que no llegan a las diez atmósferas!

Algunos peces que viven en profundidades más someras y que cambian con alguna frecuencia y rapidez de profundidad, dentro de límites no muy grandes, están dotados de un órgano hidrostático, la vejiga natatoria, que les sirve tanto como órgano de flotación, como de compensación para las presiones. Es decir, que ese órgano, que cumple también otras misiones en los peces (es cámara de resonancia acústica en los ciprinidos y verdadero pulmón en los dipnós), así como sirve de flotador al pez, que contrayéndolo o dilatándolo puede flotar más o me-

nos y subir o bajar en el seno del agua sin utilizar para nada sus órganos locomotores y sus estímulos de profundidad, es simultáneamente el órgano que principalmente puede absorber las diferencias de presión cuando el pez, por sus medios locomotores asciende o desciende rápidamente en el seno del agua, cambiando de presión externa.

La dependencia que el estado de dilatación de la vejiga natatoria tiene con la presión del agua, se hace bien patente cuando un pez pescado por cualquier procedimiento es llevado rápidamente a la superficie. Como entonces la vejiga natatoria no tiene tiempo de acomodarse al descenso de presión, se dilata extraordinariamente y comprimido a las vísceras y frecuentemente al esófago, sale por la boca en forma de hernia.

Los pescadores canarios que pescan las corvinas para conservarlas en viveros, conocen desde antiguo este fenómeno, y para evitarlo y que los ejemplares no mueran irremisiblemente y puedan seguir viviendo en los viveros, en cuanto salen a la superficie les perforan un costado con una especie de trócar o gruesa aguja de inyecciones, facilitando la salida de los gases dilatados, siendo lo normal que los peces así tratados sobrevivan sin dificultad alguna.

Es un error general por tanto, creer que los peces que son subidos a la superficie, aunque esto se haga lentamente, mueren por el cambio de presión. La mortalidad se produce las más de las veces por los cambios de temperatura, a los que los animales marinos son mucho más sensibles.

La misma gran presión es una ventaja, ya que los seres marinos se acomodan a ella, bajo otros aspectos como el de la alimentación. Los seres abisales suelen alimentarse de los detritos que caen desde los niveles más altos. Estos detritos, frecuentemente animales muertos, tienen una densidad determinada que los obliga a descender. Si fuesen incompresibles, llegaría un momento en que, de ser la presión del mar uniforme se detendrían en su descenso sin llegar al fondo, por mantenerse entre dos aguas, al tener flotabilidad. Ahora bien, no siendo incompresibles y aumentando progresivamente la presión, a medida que descienden, su carácter más o menos esponjoso va des-

apareciendo, aumenta su densidad y la caída hasta el fondo es irremediable y tanto más rápida cuanto más aumente la presión.

Este hecho, como decimos, tiene particular importancia en multitud de seres abisales, que se alimentan exclusivamente de los detritos que caen desde la superficie.

La segunda causa que, debida a la presión, podría dificultar la vida de los seres marinos a grandes profundidades es la de la tensión de los gases respiratorios, oxígeno y anhídrido carbónico.

Se creyó en un principio que éstos, como otros gases, se encontraban en las grandes profundidades a las mismas presiones reinantes en las mismas.

En primer lugar, esto no ocurre así, puesto que está demostrado que en cuanto a la difusión de los gases en el mar se refiere, éste se comporta como un cuerpo esponjoso, a través de cuyos intersticios los gases llegan hasta las mayores profundidades, con independencia de la presión en ellas existente, formando dentro de la total masa del mar una atmósfera homogénea, carente de presión. Es decir, que la respiración de los seres marinos se realiza a cualquier profundidad en las mismas circunstancias que en la superficie.

Muy diferente es el problema de los seres vivos que han de respirar el aire atmosférico, es decir de los seres marinos que necesitan subir a la superficie para respirar, pues entonces, en los intervalos que pasan debajo del agua, estarán sometidos a presiones muy grandes, con sus líquidos sanguíneos y fluidos orgánicos acomodados a la presión atmosférica. Tal es el caso de los cetáceos y pinnípedos, que como es natural no pueden descender a profundidades excesivamente grandes.

Es muy posible que la creencia de que los seres marinos que vivían a grandes profundidades tenían que respirar el aire a grandes presiones se deba en parte a lo observado para el hombre cuando, por ejemplo, desciende por medio de escafandras de buzo, o con las modernas autónomas, a profundidades de alguna consideración, ya que en esas circunstancias hay que proporcionarle el aire a la presión equivalente a la reinante en la profundidad a que descienda.

El hombre, lo mismo que los seres marinos que respiran el aire atmosférico, tienen sus fluidos orgánicos acomodados a la presión atmosférica. Cuando desciende bajo el agua, no le basta con recibir aire atmosférico puesto que su presión interna es incapaz de equilibrar la externa, que acabaría por aplastarlo.

Esto se ha resuelto en la actualidad de forma excelente por el empleo de la escafandra autónoma inventada por el famoso comandante Cousteau.

En los depósitos de esta escafandra el aire está comprimido a 200 atmósferas, equivalentes a la de una profundidad de 2.000 en el mar.

Cuando un escafandrista desciende, el aire entra en sus pulmones, procedente de las botellas, a una presión equivalente a la que reine en cada profundidad, merced a una válvula que, sometida a la presión externa, abre más o menos el paso del aire de los depósitos a los tubos de respiración.

El aire a la presión conveniente, pasa de los pulmones a la sangre, y de ésta

a las células del organismo, que de esta forma tendrán una presión equilibrada con la exterior. Mientras más se descienda, con tanta mayor presión pasará el aire, y el hombre de esta forma podrá descender sin peligro alguno y desde el punto de vista teórico sin límite, aunque la realidad es que existe un límite de profundidad, pasado el cual se producen trastornos fisiológicos especiales debidos a la acción del nitrógeno, cuando está sometido a esas presiones.

Sin embargo, los descensos a 50, 60 y aún 80 metros son ya perfectamente normales y posibles para el hombre, siempre que tenga la precaución de verificar los retornos a la superficie con la suficiente lentitud y periodos de parada, para dar lugar a la necesaria descompresión, que se realiza con mucha mayor lentitud que el fenómeno inverso, ya que de no ser así y subir rápidamente, al descender la presión externa, se produce en la sangre un desprendimiento de aire, en la forma de burbujas, capas de producir la muerte por los correspondientes procesos de embolia.

CAPITULO X

ADAPTACIONES DE LOS SERES MARINOS A LA PROFUNDIDAD Y A LOS MOVIMIENTOS DEL MAR

En los capítulos anteriores hemos descrito las diferentes condiciones del medio marino correspondientes a las características de su composición química y propiedades físicas, en cuanto se refiere, en este último aspecto, a la densidad (que influye en las formas), a la luz (determinante de la coloración) y a la presión. Quedan solamente dos aspectos principales de las condiciones del medio marino, a las que incidentalmente nos hemos referido —la profundidad y los movimientos del agua—, como determinantes de las características o distribución de los seres marinos, a las que nos referiremos a continuación, antes de tratar de las agrupaciones que se admiten en aquellos seres, bajo la influencia de la conjunción de todos aquellos factores, que reunidos, caracterizan a determinados tipos de hábitats.

La profundidad a que habitan los seres marinos determina un cierto número de características para cada uno de ellos, relacionadas como es natural con las restantes dominantes en las diferentes profundidades. Ya vimos como las capas más superficiales del mar estaban caracterizadas, en general, y en cuanto a sus propiedades físico-químicas se refiere, por la frecuente variación de la densidad y de la temperatura y por la existencia de un constante movimiento (troposfera o epitalasia), a la par de por una iluminación suficiente para permitir el desarrollo de la vida vegetal, y consecuentemente de la animal, del resto de los distritos o zonas del mar.

Vimos también como a medida que la profundidad iba aumentando, se atenúan las inestabilidades química y física, haciéndose poco a poco uniformes la salinidad y la temperatura, y desapareciendo los movimientos, para llegar a una zona de estabilidad y quietud (estratosfera o hipotalasia), paralelas a la desaparición progresiva de la luz de origen solar.

El aumento de la profundidad, por lo tanto, correspondiente por otra parte al aumento de la presión, supone en primer lugar, en cuanto a los vegetales autótrofos se refiere, una disminución de sus poblaciones, que llegan a la completa desaparición cuando se sobrepasan las profundidades de la plataforma continental. Esta disminución en la extensión y densidad de las poblaciones de vegetales fotófilos es paralela, como ya expusimos, a un proceso de sustitución de unos tipos de algas por otros, en función de la selección de radiaciones luminosas que el agua verifica, sustitución que se realza en el orden de cianofíceas, clorofíceas, feofitas y rodofíceas.

En cuanto a los animales se refiere, el aumento de la profundidad supone, dentro del sistema bentónico; la sustitución progresiva de las especies eurihalinas y euri-termas, características de la troposfera oceánica, por las stenohalinas y stenotermas, que tienen su máximo desarrollo en la región abisal; la sustitución del policromismo de las especies litorales por el monocromismo de las rojas o negras abisales o batipelágicas; a la aparición progresiva de las formas de enormes bocas y no menores ojos —cuando no se trata de especies totalmente ciegas—; a la aparición de profusos apéndices y órganos táctiles, que suplen los defectos de la visión y, finalmente, a la aparición de los órganos fotógenos propios de los fondos carentes de luz de origen solar.

En cuanto al sistema pelágico se refiere, las modificaciones que en las especies produce el aumento de la profundidad son paralelas a las que experimentan los animales bentónicos, si bien existen algunas diferencias ya apuntadas, dependientes de las existentes, y ya tratadas, entre los seres vivos que, habitando a similares profundidades, lo hacen unas en el sistema bentónico (riqueza de formas y

de color, por ejemplo), y otras en el pelágico (uniformidad de formas y de color) en dependencia de la también mayor uniformidad del medio pelágico en relación con el bentónico.

En cuanto a los movimientos del mar se refiere, también existen diferencias entre los sistemas bentónico y pelágico.

Es evidente que el sistema bentónico litoral y el pelágico pertenecen a la misma zona superficial del mar, en la que los movimientos del mismo son constantes, pero así como los seres pelágicos pueden soportar sin peligro aquellos movimientos —aunque no fuese más que dejándose llevar por ellos—, no ocurre lo mismo con los bentónicos litorales en los que el continuo batir del mar puede constituir, y constituye en muchas ocasiones, un serio peligro, del que han de defenderse por medio de diferentes tipos de adaptaciones.

Estas adaptaciones se refieren, como ya expusimos anteriormente, a la adopción de formas especiales. En los seres sedentarios, con estas formas las ramificadas (fig. 37), flexibles o rígidas, especialmente dispuestas para resistir los embates del mar, o las deprimidas que sobresalen poco del fondo y no ofrecen resistencia (figs. 39 y 53), o las globosas (fig. 36), que ruedan fácilmente sin sufrir detri-

mento, o los conoides (fig. 38), que recorren poco espacio en sus giros, etc., etc.

Es frecuente que para soportar los movimientos del mar en la región litoral, los animales dotados de cierta capacidad de movimiento cuando las aguas están tranquilas, puedan fijarse momentáneamente cuando no lo están, para no ser arrastrados por ellas. Tal es el caso de los moluscos gasterópodos, que se fijan a las rocas por la acción de vacío que se produce en la porción anterior de su concha, al retraerse el animal dentro de ella, y con los bordes de la misma adheridos a la roca, adhesividad que llega a la máxima perfección en las lapas, cuyo pie está convertido en una auténtica ventosa, de tal capacidad que es muy difícil separar a estos animales de sus soportes cuando no se les sorprende desprevenidos.

Las ventosas de otros tipos existen también en diferentes animales bentónicos litorales, que cuando viven entre las rocas han de adherirse a ellas para no ser arrastrados por los oleajes. Existen por ejemplo, en los peces, en los que suelen estar constituidas por la transformación de sus aletas ventrales o pectorales, cuyos bordes internos se sueldan, como ocurre con carácter de generalidad en las familias de los gobiósidos y de los gobiósoides (fig. 37).

EL PLANCTON, EL BENTOS Y EL NECTON.

Todo lo anteriormente expuesto permite establecer una serie de grupos ecológicos para los seres marinos, a cada uno de los cuales pertenecen tipos de animales y vegetales especialmente adaptados, y que constituyen los llamados plancton, necton y bentos, términos que en muchas ocasiones se aplican tanto al conjunto de seres que habita en uno de cualquiera de aquellos ambientes, como a la agrupación ecológica correspondiente. Nosotros preferimos utilizar las designaciones de plancton, necton y bentos para el conjunto de seres que habita cada uno de los ambientes, y determinar a éstos como medios planctónico, nectónico y bentónico, respectivamente.

El plancton están constituido por los animales y plantas que flotan en el agua, carentes de movimientos o con ellos insuficientes para contrarrestar los del mar.

El necton lo forman aquellos animales

que, como el plancton, viven independientes del fondo, en la zona pelágica o en la batipelágica, pero que poseen movimientos propios, capaces incluso de contrarrestar los del mar.

El bentos, finalmente, lo constituyen los seres marinos que, dotados o no de movimientos, viven en íntima relación de dependencia con el fondo.

Al hablar de las zonas o regiones marinas (fig. 33), dijimos que había dos sistemas, el bentónico, integrado por la plataforma costera o litoral, la continental, el talud continental y la región abisal; y el pelágico, formado a su vez por la región nerítica y la oceánica (ambas constitutivas de la zona iluminada o fótica) y por la atítica o batipelágica.

El bentos, o lo que es lo mismo, los animales bentónicos son los que corresponden al sistema del mismo nombre.

Plancton y necton, por su parte, son los seres característicos de la región pelágica. El plancton vive casi exclusivamente en las regiones nerítica y oceánica, en su ámbito fótico, aunque no falte el plancton en la zona batipelágica o incluso en la profunda. El necton habita en esas mismas zonas, pero con la diferencia de que puede ser también abundante en la región batipelágica.

Para muchos autores, los grupos ecológicos en que deben ser incluidos los seres marinos son únicamente el plancton y el bentos, atendiéndose solamente a que vivan o no dependientes del fondo. Siendo el bentos característico del sistema bentónico, estiman que el resto de los seres, perteneciente al pelágico, deben reunirse en una sola agrupación.

Las razones aducidas son, en cierto punto, aceptables, argumentándose que la existencia o ausencia de capacidad locomotora no es motivo suficiente para hacer dos agrupaciones ecológicas distintas, puesto que incluso el que con los medios de locomoción se pueda o no contrarrestar los movimientos del mar, es algo que no puede precisarse, pues en los grandes temporales por ejemplo, ni los mejores nadadores entre los seres marinos, podrán dirigirse a donde quieran.

Evidentemente, bajo este punto de vista, habría que aceptar la reunión de plancton y necton en una sola unidad ecológica, pero hay otras razones que inducen a seguir aceptando al necton como una unidad bien definida, razones entre las que no tiene poco valor la de que la definición del plancton fué unida a la de seres microscópicos, idea que sigue perdurando en la mente de los biólogos, que no conciben por tanto la inclusión, dentro del plancton, no ya de la totalidad de los peces pelágicos, sino de todos los demás seres que nadan en superficie, incluidas las gigantes ballenas, cachalotes y otros cetáceos.

EL PLANCTON.

El término «plancton» fué empleado por primera vez por Hensen en 1887 y asignado a aquellos seres que vivían en el mar flotando, o dotados de escasos elementos de locomoción, normalmente de tamaño microscópico o diminuto, incluidos los ani-

males (zooplancton) y los vegetales (fitoplancton).

Los seres planctónicos o «plantóbolos», como consecuencia de su tipo de vida y del medio en que viven, poseen un cierto número de características especiales, entre las que las principales son las siguientes:

FITOPLANCTON.

Dadas las necesidades de luz del fitoplancton, para realizar la fotosíntesis, el problema de la flotación es en el fundamental.

Aunque la cantidad de agua que entra a formar parte en estos organismos es muy grande, los protoplasmas son más densos que el agua (densidades de 1,02 a 1,06), y el peso, además, de las estructuras esqueléticas y de las cubiertas celulares (sílice en las diatomeas por ejemplo), hacen que el fitoplancton sea aún más denso, y por tanto tienda a hundirse.

Al hundimiento se opone casi exclusivamente la fricción o el rozamiento con el agua. Dependiendo el rozamiento de la superficie, la forma más sencilla de aumentar la relación de volumen a resistencia, es reducir el primero, lo que tiene por primera consecuencia, en cuanto a las características del plancton se refiere —y esto vale igual para el zooplancton—, que los tamaños de los seres planctónicos sean normalmente muy pequeños.

Pero como las necesidades nutritivas imponen la mayor proporción posible de superficie a volumen, ya que a través de aquella se verifica la relación con el medio ambiente, y el sólido en que esa relación adquiere el mayor valor es en la esfera, surge inmediatamente la segunda consecuencia, la de que la forma esférica es extremadamente abundante, o por lo menos las inmediatamente derivadas de ella.

Ya veremos más adelante, como la reproducción de los seres está impuesta originariamente, en los unicelulares, por las necesidades de la nutrición, puesto que en ellos, frecuentemente de forma esférica por las razones anteriormente expuestas, la relación de superficie a volumen se va haciendo menor al aumentar el tamaño, llegando un momento en que la superficie es insuficiente para subvenir al intercambio nutritivo necesario para toda la masa contenida en la célula, a la

que no le queda más remedio que morir o aumentar de nuevo aquella relación, lo que consigue dividiéndose, pues la misma masa o volumen de protoplasma, tiene mucha más superficie, dividida en dos esferas, que en una sola. Baste pensar que una esfera partida en dos por su plano ecuatorial, aumenta en superficie de contacto con el medio por lo menos en el equivalente a dos planos ecuatoriales.

La forma de aumentar el rozamiento para facilitar la flotación no se limita a la reducción del volumen, si bien es ésta la primordial forma de hacerlo. La superficie puede aumentarse también por la aparición de superficies laminares, filamentos, expansiones, etc., suplemetnarias (fig. 59).

En las diatomeas por ejemplo (fig. 58), uno de los grupos fitoplanctónicos más importantes, los tipos de adaptaciones para la flotabilidad son, entre otros, los siguientes: adopción de formas vesiculares, anchas, con paredes esqueléticas muy ténuas, como ocurre con *Cocconeis*; formas lineares o piliformes, largas y delgadas como las de *Rhizosolenia*, que flotan fácilmente cuando están horizontales, aunque desciendan más rápidamente cuando están verticales, por lo que tienen formaciones especiales que tienden a mantenerlas en la primera posición, o por lo menos a que el descenso sea en espiral; formas laminares o acintadas, como las de *Fragilaria*; formas ramificadas, de las que puede ser ejemplo *Chaetoceros*, formas todas ellas a las que ya nos referimos en capítulo anterior, para el reino animal y que como vemos afectan también al vegetal.

Es de notar, por otra parte, y ya nos referimos a ello anteriormente, al hablar de la composición química de los seres marinos, que en los pelágicos y en este caso los planctónicos, las estructuras esqueléticas eran particularmente ligeras y poco densas, lo que se conseguía en unos casos por la gran delgadez de las formaciones—que es lo que ocurre con las *flustas* o esqueletos silíceos de las diatomeas— (fig. 58), o bien por su neumatización, estructura alveolar o de celidias, o por la existencia de múltiples perforaciones.

En las diatomeas, como en otros seres vivos, la flotabilidad se incrementa tam-

bién por la presencia de gotas de grasa—que además cumplen la misión de elementos de reserva—, o bien por el aumento de la superficie de rozamiento, al reunirse en colonias en cadena, en las que los diferentes individuos se mantienen unidos dentro de una vaina gelatinosa, que también contribuye a disminuir la densidad del conjunto.

En los dinoflagelados, otro de los grandes y más importantes grupos fitoplanctónicos, los elementos coadyuvantes a la flotación se manifiestan por la existencia de flagelos—que los dotan de un pequeño poder de locomoción— por la presencia de expansiones esqueléticas laminares o astiformes (fig. 60), o de otros tipos de expansiones, a veces membranosas, como los típicos *aparcadados* de *Ornithoceros* y *Dinophysis*.

En seres en los que las dimensiones son diminutas y en los que de tal forma se aequilatan las menores relaciones de superficie a volumen, para conseguir infimas pero suficientemente efectivas diferencias de densidad que conduzcan a la obtención de un flotabilidad positiva, es fácil comprender que la viscosidad del agua tenga particular importancia, puesto que del grado de la misma dependerá el valor del rozamiento, uno de los elementos fundamentales en la flotabilidad del plancton.

La viscosidad del agua del mar depende a su vez de la temperatura y de la salinidad. Es tanto menor cuanto más alta es la temperatura y menor la salinidad. Y como es sabido que en la superficie del mar, la temperatura disminuye al aumentar la latitud, mientras la salinidad aumenta, el resultado es que las aguas tendrán mayor viscosidad cuando más alta sea su latitud, es decir, cuanto más alejadas estén de la región ecuatorial. O lo que es lo mismo que la flotabilidad para el plancton será tanto menor cuanto más baja sea la latitud.

Esto implica que las formaciones o adaptaciones para la flotabilidad se desarrollen mucho más en las bajas que en las altas latitudes. Y así puede verse que incluso en especies similares, las formaciones de láminas, cuernecitos, plumeros, filamentos, etc., etc., están mucho más desarrolladas en las especies tropicales que en las de altas latitudes.

ZOOPLANKTON.

Como en el fitoplancton, aparte de su gran contenido en agua, que les proporciona una densidad muy similar a la del mar, la forma más frecuente de reducir la densidad y de conseguir flotabilidad positiva al aumentar el romamiento proporcional al volumen, es la de disminuir el tamaño.

El zooplancton en general, y contrariamente a lo que era normal en el fitoplancton, suele estar dotado de una pequeña capacidad de movimientos.

Esta circunstancia es de sumo interés puesto que el zooplancton necesita de mayores exigencias que el plancton vegetal para poder sobrevivir. Téngase en cuenta por ejemplo, que su alimentación es heterótrofa, es decir, que los plantócticos animales tienen que buscar su alimento, lo que no conseguirían o lo harían con dificultad, si no pudieran trasladarse de un lugar a otro en busca de sus presas, aunque sólo sea en pequeño grado. Y no debe olvidarse tampoco, que frecuentemente también han de desplazarse verticalmente en busca de condiciones ambientales propicias para sus necesidades fisiológicas o sus características biológicas.

Por ello (fig. 62), los elementos locomotores adquieren en el zooplancton mucho mayor desarrollo que en el fitoplancton que los poseen —y que se limitan a la existencia de pequeños flagelos—, y así son características las profundas coronas cilíares de los infusorios y de las larvas trocóforas, o las de los tenóforos; y los apéndices nadadores (patas, antenas, apéndices bucales y pleópodos) de los copépodos y larvas de eufusidos; o las aletas perfectamente desarrolladas de los quelognatos.

La superficie de los cuerpos es aumentada y por tanto la flotabilidad, por la aparición, como en los plantócticos vegetales, de espinas, apéndices protoplasmáticos o esqueléticos, etc., etc. Característicos son los filamentos protoplasmáticos de las Globigerinas o las numerosas espículas de los radiolarios.

Como en el fitoplancton, el mayor o menor desarrollo de las formaciones destinadas a aumentar la superficie y la flotabilidad, dependen directamente de la viscosidad del agua y consecuentemente de la latitud, (cuando se trata de las aguas

superficiales). Y cuando el desarrollo de las formaciones es similar en las especies de altas latitudes que en las de las bajas, su distribución batimétrica difiere, puesto que así como la viscosidad aumenta con la latitud, también lo hace con la profundidad. Y esas especies que pueden flotar en superficie en una alta latitud determinada, no podrán hacerlo al mismo nivel en las bajas, sino en aquellas profundidades cuya viscosidad corresponda a las superficiales de la alta latitud en que se encuentre la otra especie.

Formas de altas latitudes, con dimensiones de 0,11 a 0,16 mm. de diámetro y que viven en las aguas nórdicas a profundidades comprendidas entre la superficie y los 50-60 metros, con mayores dimensiones, de 0,35 a 0,58 mm. se encuentran en las latitudes bajas a profundidades de 1.500 a 5.000 metros.

Las especies de copépodos tropicales desarrollan mucho más sus apéndices peniformes, sedas caudales, etc., que similares especies habitantes de aguas frías nórdicas, en las que la viscosidad es mucho más alta.

La presencia de gotas de grasa, que por su menor densidad aumenta la flotabilidad, es también frecuente en el zooplancton, en el que llega a formar cuerpos especiales denominados oleocistos, como los de las colonias pelágicas de sifonóforos.

Características son las gotas de grasa que suelen llevar la mayoría de los huevos de peces y de otros grupos animales —que son parte importante de las formas que integran el zooplancton—, o las reservas grasas del saco vitelino de las larvas de los peces, en las que además de reserva alimenticia son órganos de flotación.

Ya hablamos, al tratar de las formas coloniales y al referirnos a las de los sifonóforos (fig. 35), de la existencia de flotadores especiales procedentes de la transformación de los elementos de la colonia colocados en la región superior del sifón y que en conjunto formaban el llamado nectosoma.

Flotadores poseen también las Velella (fig. 61), en las que la adición al flotador de superficies laminares especiales, sometidas a la acción del viento, proporcionan excelente procedimiento de locomoción.

Otros tipos de flotadores son los producidos por acúmulos de moco, como ocurre

ca Jantina, un gasterópodo pelágico, en el que dicho moco está impregnado de multitud de burbujas de agua, que aumentan más aún su flotabilidad.

La necesidad de reducir la densidad cuanto sea posible, conduce también a los elementos zooplanctónicos a reducir el peso de sus formaciones esqueléticas. Es curioso en este aspecto el hecho de que las formaciones esqueléticas de los animales planctónicos llegan incluso a desaparecer, como ocurre con determinados crustáceos y terópodos, cuyos representantes bentónicos las poseen y, en ocasiones, extraordinariamente consistentes y pesadas.

LA COMPOSICION DEL PLANCTON.

El plancton está constituido por multitud de especies pertenecientes a los más diversos tipos de animales y plantas (figuras 59 y 62); unos pertenecen al plancton con carácter permanente, otros sólo en determinadas fases de su vida.

Entre los elementos fitoplanctónicos están principalmente las diatomeas (figura 58) y dinoflagelados (fig. 60), siguiendo en importancia los cocolitofóridos y las bacterias.

Entre los elementos zooplanctónicos se encuentran: las especies de radiarios, foraminíferos (*Globigerina* principalmente) y los infusorios del grupo de los tintinidos, entre los protozoos; entre los metazoos, muchísimos celentéreos como los sifonóforos (fig. 35), medusas de hidrarios (fig. 61), traquimedusas y acalefos, y las Velella; pocos equinodermos adultos, que se reducen prácticamente a una holoturia pelágica, *Pelagophurix bousleri* (fig. 63), que habita a profundidades de alguna consideración; muchos gusanos, como familias enteras de anélidos, de vida permanentemente planctónica; los quetognatos (*Sagitta*), también genuinos representantes del plancton animal.

Multitud son los crustáceos que integran el plancton, de ellos algunos grupos enteros, siendo sin duda los copépodos los más característicos y abundantes, puesto que salvo un corto número de formas parásitas, los restantes hacen vida genuina y exclusivamente planctónica, siendo además uno de los más importantes grupos de animales integrantes del plancton. También los anfípodos presentan formas

planctónicas y lo mismo ocurre con los cladóceros, de los que son típicos los Podos.

Entre los moluscos, son sin duda los terópodos los más característicos como formas planctónicas, uniéndose también a ellos los heterópodos. No faltan algunos nudibráquios, de los que pueden ser ejemplo *Glaucus* y *Phyllorhina*, de cuerpo transparente, carácter mimético muy frecuente en el plancton.

Los procordados están también ampliamente representados en el plancton, siendo las Scipos, los Doliojum y los Pyrosomas, sus más característicos representantes en esta agrupación ecológica.

Los mismos peces tienen representantes en el plancton, aunque sea lo común que pertenezcan al bentos o al necton. Algunos peces adultos ya citados, como los gobios del género *Aphia* (*A. minuta* y *A. ferreri*), los chanquetes, peces diminutos y casi completamente transparentes, pertenecen indudablemente al plancton, pese a su capacidad nadadora relativamente mayor que la de multitud de otros planctónicos.

A todos los animales anteriormente citados, que en sus fases tanto larvarias y juveniles como de adultos, pertenecen al plancton, hay que añadir las esporas de muchas algas, y los huevos y larvas de multitud de animales que, de adultos, hacen vida bentónica o pectónica.

Salvo un contado número de especies de peces que tienen huevos demersales —es decir, que no flotan—, lo normal es que la mayoría floten y pertenezcan por tanto al plancton, para lo que frecuentemente van provistos de las correspondientes gotas de grasa.

Las larvas que hacen de esos huevos hacen también vida pelágica planctónica, y entre ellas pueden contarse, como más características, las siguientes:

Las abundantísimas de los equinodermos, entre las que están los diminutos pluteus (fig. 65), braquiurarios y auricularias (fig. 65), que nadan merced a las coronas de cilios que las rodean.

Las de los gusanos, entre las que son típicas las trocóforas de los anélidos. Las abundantísimas de los crustáceos, entre las que destacan los nauplius, zoeas, megalopas, filósomas y megalonas, etc. Las

de los moluscos, entre las que resaltan las *Veliger* de los lamelibránquios.

Las larvas apendiculares de las ascidias son también planctónicas y finalmente, entre los peces, son frecuentísimas, por no decir casi todas, las que se integran en el plancton.

DIFERENTES TIPOS DE PLANCTÓN.

Como hemos dicho anteriormente, la primera clasificación que se hace del plancton es la de plancton vegetal o fitoplancton y plancton animal o zooplancton, división que no afecta solamente al plancton marino, sino al de las aguas dulces, salobres o hipersalinas.

Pero independientemente de esa clasificación existen otras fundamentadas en distintas bases de consideración, como son las regiones que habita, el tamaño de los planctónicos, su continuidad o temporalidad, etc., etc., clasificaciones que exponemos a continuación.

TIPOS DE PLANCTON EN RELACION CON EL TIEMPO QUE LOS ORGANISMOS HACEN VIDA PLANCTÓNICA

Se divide el plancton, bajo este aspecto en dos clases: el holoplancton o plancton permanente, y el meroplancton o plancton temporal.

Al holoplancton pertenecen aquellos seres que durante toda su vida hacen vida planctónica. Y a él, como hemos visto, anteriormente, pertenecen representantes de la casi totalidad de los grupos zoológicos, puesto que sólo son excepción los espongiarios, briozoos y foronídeos. Algunos animales son planctobios indirectos, como por ejemplo los nemátodos parásitos de auténticos seres planctónicos. Son quizá, como hemos dicho anteriormente los copéodos, los más genuinos y abundantes constituyentes del holoplancton.

El meroplancton o plancton temporal, está formado por los elementos planctónicos correspondientes a huevos y larvas de seres nectónicos o bentónicos, es decir, por aquellos seres que sólo transitoriamente están integrados entre los planctónicos.

El meroplancton, aparte de su temporalidad dependiente de la integración en

el mismo solamente transitoria de sus elementos constitutivos, suele tenerla también desde el punto de vista cronológico estacional, puesto que la existencia de aquellos huevos y larvas de cada especie, dependen de los respectivos ciclos reproductores. No falta nunca el meroplancton, puesto que las épocas de puesta de las diferentes especies no coinciden, y hay una sustitución constante de los huevos y larvas de unas especies por las de otras, aparte de que no faltan algunas que están en casi constante periodo de puesta, ni aquellas en las que los procesos del desarrollo larvario son tan dilatados (los crustáceos decápodos por ejemplo), que siempre se encuentran en el plancton algunas de sus fases. Estas circunstancias, como decíamos anteriormente, aseguran en las aguas la continuidad del meroplancton, o plancton temporal.

TIPOS DE PLANCTON EN RELACION CON LAS DIMENSIONES DE LOS PLANCTOBIOS.

Bajo este punto de vista, los elementos integrantes del plancton pueden asignarse a las siguientes cinco categorías: megaplancton, macroplancton, microplancton, nanoplancton y ultraplancton.

Ya hemos expuesto que las formas planctónicas son esencialmente microscópicas, pero ello no obsta para que algunas no sólo no lo sean, sino para que alcancen dimensiones muy grandes, como algunas medusas, que pueden superar muy cumplidamente el metro de longitud, sin contar con sus tentáculos.

Para estos animales se ha reservado el nombre de megaplancton.

El macroplancton está formado por aquellos planctobios de mayor tamaño, que no alcanzan los desmesurados del megaplancton, que son perceptibles a simple vista, y cuyas longitudes o diámetros son por lo menos de un milímetro.

Algunos autores agrupan a las formas planctónicas de tamaño superior al milímetro e inferior al centímetro, en una categoría intermedia entre los megal y macroplancton, el mesoplancton, pero aparte de que no parece necesaria esta categoría, su nombre debería ser otro, ya que ese corresponde por prioridad a uno de los grupos del plancton, cuando éste

se clasifica con arreglo a su distribución batimétrica.

Las formas planctónicas de tamaño inferior a un milímetro y superior, —aproximadamente—, a 0,08 milímetros se incluyen dentro del micropícnaton.

Las más diminutas formas, como las pequeñas diatomeas, dinoflagelados, cocolitofóridos, protozoos y bacterias, cuyas dimensiones son menores de 0,08 milímetros, y llegan hasta pocas micras, constituyen el denominado nanopícnaton, que puede pasar a veces a través de las más tupidas sedas de las redes empleadas en la captura del plancton, por lo que es frecuente tener que obtenerlo por centrifugación del agua, o filtrando ésta por medio de papel de filtro muy denso, o como hizo Lohman, a título experimental, utilizando los delicadísimos aparatos filtrantes de las cámaras de las larvas de *Oikopleura* capaces de retener a cuerpos de hasta solamente 30 micras de diámetro.

Aún existen formas planctónicas más pequeñas y éstas se incluyen en el ultrapícnaton.

Como es natural, no existen límites netos entre unos y otros grupos de plancton, tanto más cuanto que en gran parte, el origen de esta clasificación se refirió más a las dimensiones de las mallas de la seda utilizada en las pescas de plancton, que al tamaño de los planctobios en sí, integrándose en uno o en otro grupo según escapasen o no a través de las sedas que se tomaron como límite para las agrupaciones. Y es bien sabido que con frecuencia, y sobre todo cuando las redes de captura de plancton llevan algún tiempo pescando, éstas son capaces de retener en su interior a elementos planctónicos de tamaño inferior a la luz de sus mallas. De todas formas, aún con estas imprecisiones, la clasificación expuesta da una buena idea de las dimensiones relativas de los diferentes elementos planctónicos.

TIPOS DE PLANCTON EN RELACION CON SU DISTRIBUCION BATIMETRICA.

Con arreglo a la profundidad en que viven los elementos integrantes del plancton, éstos se agrupan en tres categorías:

El epíplancton, que se encuentra en las capas más superficiales del mar.

El mesopícnaton, que habita las profundidades medias.

El batipícnaton o plancton profundo, propio de la región batipelágica y que se encuentra incluso a profundidades de gran consideración, pudiendo contar entre sus elementos con algunos ciegos, debido a la falta de luz, como ocurre con algunos copépodos, cuyos representantes en el meso y en el epíplancton, están dotados de órganos de la visión perfectamente desarrollados.

TIPOS DE PLANCTON EN RELACION CON SU DISTRIBUCION HORIZONTAL EN LAS DIFERENTES REGIONES MARINAS.

Por su distribución horizontal en el mar, el plancton se divide en dos categorías, el plancton nerítico o costero y el océánico.

El plancton nerítico habita solamente la región litoral, no apartándose mucho de ella. Son normales las variaciones estacionales en su composición tanto cualitativa como cuantitativa.

Pese a esas variaciones estacionales, no es el meroplancton el principal integrante del plancton nerítico, sino el holoplancton.

El plancton nerítico es extraordinariamente abundante, quizá el que más lo es, siendo por otra parte el que mayor importancia tiene en la productividad del mar, indudablemente debido a que por las características especiales de la región nerítica, de aguas turbulentas y frecuentemente renovadas, próximas a las fuentes terrígenas de elementos fertilizantes —fosfatos y nitratos—, que también suelen llegar a ella desde los grandes fondos por los fenómenos de upwelling, encuentra en esta región mejores condiciones para su desarrollo.

El plancton océánico es el característico del mar libre y de los océanos abiertos, en las zonas alejadas de la costa. Está constituido principalmente por formas holoplanctónicas, independientes completamente del bentos, hasta el extremo de que cuando las corrientes o el viento las acercan a las costas, suelen perecer irremisiblemente.

EL NECTON

Dijimos anteriormente que integraban el necton aquellos animales dotados de medios de locomoción, capaces de contrarrestar los movimientos del mar, es decir, los animales nadadores. Y que estimáramos que debía separarse al necton del plancton, en dos individualidades ecológicas.

La condición de seres nadadores, que han de moverse en un medio tan denso como el marino (ver capítulo destinado al estudio de las formas), imprime a la de estos seres unas características determinadas, que se hacen más típicas por la existencia de los elementos propulsores necesarios para la locomoción. Son frecuentemente formas hidrodinámicas, pisiformes (figs. 45, 48 y 51) en su más diversa modalidades y con no menor frecuencia lubricadas por recubrimientos mucosos, que reducen el rozamiento con el agua a la par que protegen a los tegumentos contra el traumatismo y las infecciones. En dependencia de la gran actividad fisiológica de estas especies se complica la organización anatómica, siendo frecuente el gran desarrollo de la musculatura, del sistema circulatorio y del nervioso, con un habitual gran desarrollo de los sentidos y especialmente de los de la visión.

Pertenecen principalmente a esta agrupación ecológica los cefalópodos; los escasos reptiles marinos —los quelonios y los pocos ofidios que hacen vida marina y que se reducen a una cincuentena de especies correspondientes a la familia de los elífidios (subfamilia *Hydrophiinae*), y de los que son los más salientes *Euthysa* e *Hydrophis*—; los peces; los pinnípedos y cetáceos y finalmente algunos grupos de aves de los que los más típicos representantes neotónicos son los pingüinos y especies afines, del orden de las esfenisciformes, cuyas morfología y anatomía están especialmente adaptadas para la vida neotónica.

De la misma forma que en el plancton se distinguía un meroplancton de un holoplancton, podría hacerse similar distinción en el necton, pues junto a aquellas especies que durante toda su vida están integradas en el necton, hay otras que sólo lo hacen en parte de ella —aquellas por ejemplo que tienen vida larvaria planctónica—, o aquellas otras que inclu-

so siendo adultas, pasan fases determinadas de su vida en el mar, como ocurre con los salmones que son neotónicos en sus fases intergenéticas, abandonando este tipo de vida para marchar a los ríos a reproducirse en las fases genéticas. El meronecton estaría integrado por lo tanto, por aquellas especies que tienen sus fases larvarias planctónicas, o por aquellas otras de carácter migratorio, que en unos casos realizan sus migraciones en la fase adulta, como los salmones citados, pero que en otros las verifican también en las larvarias, como ocurre con las anguillas cuyas larvas, los *Leptocephalus*, nadan en el seno de las diferentes ramas de la corriente del Golfo de México desde el mar de las Sargazos, donde nacen, hasta las costas de todos los continentes circunatlánticos.

El necton, como se ve, es mucho más pobre que el plancton en cuanto a número de grupos de animales que lo integran, y tanto más cuanto que no pocos de sus representantes están situados en lo que podríamos llamar las fronteras entre este grupo y el plancton o el bentos, como ocurre por ejemplo con los pinnípedos y con los ofidios marinos.

Sin embargo, el necton no deja de tener una enorme importancia, tanto desde el punto de vista cuantitativo, como del de la economía de los pueblos, pues neotónicas son muchísimas de las especies en las que se fundamenta la economía pesquera de multitud de naciones. Sardinas, boquerones, alachas, atunes, bonitos, albacoras, jureles, ballenas, cachalotes, delfines, focas, etc., etc. son —como es sabido—, motivo de especiales y muy importantes pesquerías, de las que más adelante trataremos.

EL BENTOS

Está constituido por aquellos seres marinos que, dotados o no de movimientos, viven en íntima relación con el fondo. Es decir, son los seres que habitan el sistema bentónico, que abarca a la plataforma costera, a la continental, al talud continental, a la zona abisal y a las grandes fosas oceánicas (fig. 33).

En esas circunstancias, el bentos se extiende por toda la superficie del fondo de mares y océanos, de norte a sur y de este a oeste de la tierra, aunque como es na-

tural, su densidad varía mucho de unas zonas a otras del sistema bentónico, decreciendo progresivamente su abundancia con la profundidad.

Al tratar de la morfología submarina, como de la de los seres marinos, trataremos del extraordinario polimorfismo de la primera, que repercutiría similarmente en la de los segundos. El sistema bentónico presenta multitud de biotopos, a cada uno de los cuales se adaptan los seres que en ellos viven, tanto por su morfología y coloración como por sus hábitos y biología en general. Es por tanto conveniente, llegado el momento, estudiar los seres bentónicos no como una unidad general, sino por biotopos diferentes, por distintas zonas batimétricas, etc., etc.

En cuanto a las diferentes clases de animales y plantas que integran el bentos, puede decirse que como en el plancton son muy raras las que no están representadas en él.

Desde un punto de vista general —más adelante lo estudiaremos con más detalle—, el sistema bentónico puede ser dividido en cuatro regiones de profundidades progresivamente crecientes: la *supralitoral* o *subterrestre*, la *costera* o *intercostal*, la *litoral* propiamente dicha y la *abisal*.

En la región *supralitoral*, que raramente cubren las aguas y en la que sólo suele reinar un intenso grado de humedad ambiente, en la frontera entre el medio terrestre y el marino se encuentran muchos seres de origen terrestre, más o menos habituados al régimen especial de vida en las arenas o en las rocas costeras. Insectos como las *Cicindelas* (*Cicindela hybrida* marítima por ejemplo), son abundantes en las dunas de las partes altas de las playas, conviviendo con las pulgas de mar (*Talitrus saltator*), que son, por su parte, crustáceos marinos acomodados a una vida casi permanentemente terrestre. En las cercanías de los charcos que quedan en esta zona, vive la *Lygia oedipoda*, animal marino que está constantemente fuera del agua, zambuyéndose solamente en aquellos charcos, como medio defensivo, cuando se ve en peligro.

Dentro de la zona *supralitoral*, pero más próxima al agua, y en parte en la zona afectada por las mareas, aunque frecuentemente a bastantes metros por encima

del normal nivel del mar, se encuentran adheridos a las rocas de forma íntima y encerrados en sus caparazones, los cirripodos del grupo de las *sheliotas* de mara (*Balanus* y *Chthamalus*), que resisten prolongadísimos períodos de sequía e insolación. Suelen ser también abundantes en la zona de los cirripodos citados, algunos gasterópodos como los bigarros (*Littorina*), de gran resistencia también a los largos períodos de emersión.

En la zona costera o intercostal, la sujeta a la acción de las mareas y de los oleajes, la fauna y la flora se incrementan de manera extraordinaria, tanto en lo que se refiere a la riqueza de grupos zoológicos y botánicos que la integran, como al número de individuos que la componen, hasta el extremo de que en ambos aspectos pueden llegar e incluso a superar, al plancton y al necton. Esta riqueza de grupos animales y vegetales se debe al extraordinario polimorfismo de la región, que se presta a la existencia y al desarrollo de las más diversas formas posibles. Es la región de los seres euri-termos y eurihalinos por excelencia, ya que de otra forma no podrían sobrevivir.

Dentro de esta zona, pueden considerarse a su vez dos tipos de fondos diferentes, los rocosos y los arenosos o fangosos, puesto que las especies y las formas pueden ser y suelen ser distintas en unos que en otros.

En las zonas rocosas existen los más variados tipos de celentéreos como hidrarios (fig. 34), hidrocoralarios y madréporas, particularmente abundantes en los arrecifes corallinos. Son frecuentes los briozoos y los moluscos de muy variados tipos, como las lapas, que se adhieren fuertemente a las rocas por sus ventosas, o los otros gasterópodos de formas conoidéas características. En estos moluscos las conchas son muy gruesas, y contrastan con las muy delgadas o incluso ausentes de los representantes de este grupo en otras zonas del bentos, en el plancton o en el necton, como ocurre por ejemplo con los nudibranchios, propios de las praderas de algas o de fanerógamas marinas que más adelante estudiaremos, casi desprovistos de otro medio de protección que su propia blandura y flexibilidad ante los traumatismos causados por la dinámica del mar.

Son característicos también de estos niveles, los moluscos perforantes, que viven en galerías horadadas en las rocas y de los que son típico ejemplo los famosos y deliciosos edátiles de mar (*Lithodinus lithophagus*) y las especies del género *Pholas*.

Los equinodermos están ampliamente representados en la zona rocosa de la región costera, y principalmente por los erizos, cuya forma globosa les permite rodar ante los embates del mar, pero que frecuentemente suelen también perforar las rocas mediante la continua acción de sus capiculas, horadando unas quedades hemisféricas, en las que se guardan.

No faltan especies perforantes de las rocas entre los anélidos. Si los *Lithodinus*, los *Pholas* y los erizos hacían sus galerías y quedades merced a la acción mecánica de sus conchas o espinas, los anélidos las practican por disolución, merced a la secreción de sustancias ácidas, que facilitan extraordinariamente su labor.

Los moluscos bivalvos tienen también buena representación en las facies rocosas de la región costera. Unos como los mejillones (*Mytilus*) se adhieren a las rocas por medio de una serie de filamentos especialmente secretados y que constituyen el bisos. Otros como las ostras y ostiones (*Ostrea* y *Gryphaea*), se adhieren directa y firmemente por su concha a los soportes rocosos de los que es casi imposible despegarlos.

Son también propios de esta región, aunque se extiendan a la más profunda siguiente, los cirripodos pedunculados, los famosos percebes (*Pollicipes cornucopiae*), como lo son también los peces provistos de ventosas ventrales, con las que se adhieren momentáneamente a las rocas para resistir los embates de las olas o de las corrientes por ellas provocadas y de los que son genuino ejemplo los gobiidos y los gobioides (*Gobius* y *Lepidogaster* (fig. 57).

No faltan, aparte de los perforantes ya citados, otros gusanos, como son los anélidos tubícolas (*Serpulids*), que construyen sus tubos calizos. Y en tubos calizos viven también algunos moluscos como *Vermetus*. Otros animales como *Potamilla* tienen tubos coriáceos y finalmente otros los hacen aglutinando arenas con mucus, como ocurre con *Arenicola*.

En los intersticios de las rocas son frecuentes algunos cefalópodos como los pulpos (*Octopus*) principalmente, y finalmente, abundan los peces de los más variados grupos, formas y colores.

En resumen, en la zona rocosa de la región costera abundan los gasterópodos (*Patella*, *Littorina*, *Trochus*, *Haliotis*, etcétera); no faltan los cefalópodos (*Octopus*); son muy frecuentes los crustáceos como *Carcinus*, *Portunus*, *Pachygrapsus* y *Eryphia*, a los que se unen con frecuencia los ermitaños (*Paguridos*), habitando dentro de sus conchas de moluscos abandonadas y en compañía de las clásicas esponjas y actinias.

Los equinodermos más frecuentes son los erizos (*Strongylocentrotus* y *Arbacia*), las estrellas de mar como *Martasterias glacialis* y *Asterias rubens* y los ofiúridos como *Ophioderma longicauda* y *Ophiotrix fragilis*.

Los serpulidos son los anélidos más frecuentes y los procordados están representados principalmente por las *Cleavelinas*. Finalmente son multitud los peces, siendo típicos de esta región intercostal rocosa, los biénidos, gobiidos, gobioides, no pocos serránidos, los preciosos y multicolores labridos y crómidos, los escorpenidos (fig. 49), determinados espáridos, etc., etc.

En las facies no rocosas de la región costera o intercostal, los fondos se suceden desde las arenas gruesas, cascajos y conchuelas, pisando por las arenas finas y las fangosas, hasta los fangos más finos de las grandes profundidades de la plataforma. Sobre estos fondos son frecuentes las praderas de fanerógamas marinas (las algas se encontraban, en lo que se refiere principalmente a feofíceas y rodofíceas en las facies rocosas), que constituyen unos ambientes especiales con faunas características, de las que más adelante nos ocuparemos con detalle pero a la que pertenecen como especies típicas las agujas (*Nerophis* y *Syngnathus*), los caballitos de mar (*Hippocampus*), multitud de labridos como los bodiones y maragotas (*Labrus*, *Ctenolabrus*, *Symphodus*, *Thalassoma*, etc.), muchos pequeños crustáceos decápodos macruros como *Leander* y *Nicka*, los nudibranchios, etc., etc.

En estos fondos arenosos y fangosos abundan también muchos peces. Es la re-

gión de los peces depredados como rayas (fig. 39), pastinacas o torpedos, la de muchos pleuronectiformes como lenguados y solas (fig. 53), la de otras especies nadadoras que, aunque sean quizá más características de la zona más profunda que sigue a ésta, no dejan de estar presentes en ella.

En la zona siguiente, la litoral propiamente dicha, que no descubre en las mareas o sólo lo hace en las grandes bajamareas equinociales —en sus niveles más altos—, puesto que los más profundos se extienden hasta el límite de la plataforma continental con el talud de caída a los grandes fondos, las características de variabilidad van desapareciendo progresivamente con la profundidad, con una tendencia a la uniformidad del medio bentónico abisal.

Si bien no faltan algunas zonas rocosas, lo normal es que existan grandes masas de sedimentos, tanto más abundantes, de mayor potencia y más eminentemente fangosos, cuanto mayor es la profundidad.

Son características de esta región no pocas esponjas, como *Suberites* y *Aerolites*, frecuentemente fijas a conchas de moluscos utilizadas por los cangrejos ermitaños como habitación. Hay muchos hidrarios y celentéreos como los corales rojos propios del Mediterráneo. Hay también muchos equinodermos de todos los grupos, como erizos, estrellas, ofiúridos, holoturias y crinoideos. Son propios de estos niveles los curiosísimos braquiópodos (*Terebratulina*), como también lo son numerosos anélidos y moluscos gasterópodos, entre los que son de los más frecuentes, *Tritón*, *Murex*, *Cymbium*, *Dolium*, etc.

Los crustáceos abundan, tanto los decápodos braquiuros, como *Cancer*, como los macrúscos (*Palinurus*, *Nephrops*, *Aristea*, *Aristeomorpha* y *Parapenaeus*), y los heterópodos de larguísima pata, como *Macropodia* y especies afines.

Finalmente, abundan extraordinariamente los peces, cuyos representantes más genuinos son los elasmobranchios batelidos, algunos escualos de profundidad como *Squalus*, *Oxyrahus*, *Centrophorus*, etcétera, y entre los teleosteos, multitud de familias como los gádridos, pleuronectiformes, espáridos, serránidos, lábridos, pristipomátidos, lófidios, etc., etc., que como en el caso del necton, tienen particu-

lar importancia en la economía pesquera de las naciones, puesto que son las especies que constituyen la base de la fructífera pesca de arrastre.

El bentos abisal responde, como hemos expuesto anteriormente, a una serie de condiciones especiales: la luz no sobrepasa a los 200 metros de profundidad en suficiente cantidad, aunque las últimas radiaciones alcanzan, por lo ya dicho en páginas anteriores, a los 1.200 metros.

Como consecuencia de ello, no hay vida vegetal autótrofa, puesto que no hay posibilidad de fotosíntesis. Los seres que viven en esta región tienen un régimen de alimentación heterótrofo, como las bacterias, o son carnívoros o limnívoros; nutriéndose a expensas de otras presas animales o de los débitos que descienden procedentes de capas superiores y se depositan en el fondo. La falta de luz y la escasez de alimento es lo que determina, por ejemplo, el tamaño desmesurado de las bocas de muchos peces abisales, que de esta forma aseguran una mayor facilidad de captura de sus presas.

Los fondos son casi exclusivamente fangosos, frecuentemente de muy poca consistencia, lo que obliga a la existencia de amplísimas bases de sustentación, para no hundirse, en los animales sedentarios. Los fangos dominantes son los de Globigerinas, radiolarios y terópodos. Los relieves son poco variados y suaves y la temperatura varía poco, estableciéndose alrededor de los cuatro grados a los 0 grados. No hay casi movimientos en el agua, salvo muy débiles corrientes y los restantes movimientos del mar nunca llegan a dejar sentir sus efectos a estas profundidades. Reina en suma en la región abisal un régimen de extraordinaria calma y uniformidad. Uniformidad que se refleja en las formas de adaptación de los seres abisales, que son iguales en unos mares que en otros, de norte a sur y de este a oeste de los océanos, lo que repercute en que estos seres disfruten de amplísimas áreas de distribución geográfica, áreas que contrastan con las frecuentemente muy restringidas de las de las especies litorales.

La fauna abisal, además de uniforme, es relativamente pobre. La más pobre de todas las que pueblan las distintas regiones del mar, aunque su pobreza está sobradamente compensada por su rareza y curiosidad en las formas de adaptación.

Bien es verdad y se ha hablado ya de ello, que la pobreza de la fauna abisal puede ser más aparente que cierta, o por lo menos, qué no sea tan acusada como parece, ya que la dificultad de capturar a los seres que viven a tan grandes profundidades, puede repercutir en una falsa apariencia de ausencia de seres. Y evidentemente, a medida que los procedimientos de pesca van perfeccionándose, van descubriéndose nuevas especies antes desconocidas para esas profundidades.

La reducción del número de especies y de la densidad de sus poblaciones, al aumentar la profundidad es, de todas formas, evidente, aunque no fuese más que como consecuencia de la pobreza de alimentos en la región abisal.

El decrecimiento del número de especies y de individuos comienza a sentirse a partir de los 2.500 metros de profundidad, aunque aun pueda decirse que la fauna es relativamente abundante hasta los 4.500 metros, que es a la profundidad a que empieza la verdadera pobreza. Pasados los 4.250 metros a cuya profundidad fué capturado por el Príncipe de Mónaco el famoso pez *Grimaldichthys profundissimus*, parece ser que la vida animal desaparece, y no perduran más que las bacterias de profundidad o barófilas.

La fauna abisal se caracteriza, además, dentro de su pobreza, por la relativa abundancia de géneros y la escasez de especies.

En la fauna bentónica litoral, como consecuencia de su polimorfismo, la diversificación de los géneros en especies ha sido muy grande, mientras que en la región abisal, muy uniforme no ha ocurrido así. Murray, por ejemplo, dice que si en la zona bentónica litoral la relación de especies a géneros es de tres a uno, en la abisal sólo es de cinco a cuatro.

Los principales grupos zoológicos integrantes de la fauna abisal, son los siguientes:

Los espongiarios; como las esponjas hexactinélidas, casi exclusivas de esta región.

Los moluscos, en los que en algunos casos, como en los gasterópodos es frecuente la atrofia parcial o total de los órganos de la visión, incluso en géneros como *Murex*, *Tritón*, etc., que en la región litoral los tienen perfectamente desarrollados. Los cefalópodos en cambio, es

muy raro que sean ciegos pero tienen en cambio perfectamente desarrollados los órganos fotógenos.

Los equinodermos, representados muy ampliamente por crinoideos, holoturoideos equinoideos y asteroideos, y en los que es frecuente la adaptación a las formas laminares extremadamente finas, como ocurre por ejemplo con *Hymenasterias roseus*, que es transparente de puro delgado.

Entre los artópodos son los crustáceos y los pantópodos los únicos representantes de la fauna abisal.

Los pantópodos son muy característicos, puesto que sus patas normalmente muy largas se hacen en la región abisal desmesuradas, como ocurre por ejemplo con *Colossendeis colossa*.

Los crustáceos responden a dos tipos diferentes: unos sedentarios, en los que son frecuentes la formas laminares y ciegas, y otros nadadores, rara vez ciegos y de formas cancriformes típicas.

Los peces son muy abundantes. Ya nos hemos referido reiteradamente a ellos. Especies negras o rojas, de formas raras, bocas enormes, ojos telescópicos o pedunculados, a veces ciegos y casi siempre con órganos fotógenos. Entre ellos, *Malacoosteus*, *Stylophthalmus*, *Argyrolepis*, *Benthobathia*, *Barathromus*, *Inops*, *Euripharx*, *Sacapharx*, etc. (figs. 52, 54 y 55).

Los límites entre la fauna abisal y la litoral no son estrictos, tanto más cuanto que, indudablemente, la fauna abisal procede de la litoral, que ha invadido los grandes fondos acomodándose a su ambiente.

Una prueba de ello puede ser, el hecho de que determinadas especies litorales que, por causas especiales, viven en lugares como cavernas, en las que la falta de luz y la baja temperatura reproducen de forma muy exacta al ambiente abisal, se han transformado en la misma forma que lo han hecho las especies de los grandes fondos. Es un caso de convergencia que no deja dudas sobre el origen litoral de la fauna abismal.

Es decir, que existe un tránsito más o menos gradual entre ambas faunas. Por otra parte, los límites de profundidad que abarcan las diferentes especies son en ocasiones extraordinariamente amplios. Frente a un reducido número de especies

que podrían denominarse estenobáticas, por ser exclusivas de unos niveles determinados, existen numerosas otras de marcado carácter eurióbico, que se acomodan a los niveles más diversos.

Para Ekman, el límite entre las faunas

litoral y abisal se encontraría entre los 200 y los 400 metros de profundidad, pero como demostración de la amplitud del euriatismo de las especies, da el siguiente resumen de las profundidades a que pueden vivir las especies que se citan:

Grupos	Especies	Profundidades en metros
Pennatuláridos.....	<i>Kophoboleman stelliferum</i>	De 36 a 3.000
Poliquetos	<i>Amphictera gunneri</i>	litoral a 5.000
Cirrípedos	<i>Verruca stroemia</i>	litoral a 3.000
Cumáceos	<i>Diastyllis laevis</i>	9 a 3.980
Lamelibranchios	<i>Scrobicularia longicaulis</i>	36 a 4.400
Gasterópodos	<i>Neptunea islandica</i>	30 a 3.000
Asteróideos	<i>Henricia sanguinolenta</i>	0 a 2.450
Ofiuroideos	<i>Ophiocten sericeum</i>	5 a 4.500
Equinoideos	<i>Echinocardium australe</i>	0 a 4.900
Holoturóideos	<i>Mesotharia intestinalis</i>	20 a 2.000

A pesar de lo anterior, existe evidentemente una estratificación vertical en el sistema bentónico, en la cual, a cada profundidad corresponden, por lo menos con carácter de preferencia, determinadas especies o asociaciones de las mismas, que le son características. Estos distritos bionómicos dan existencia a lo que se acostumbra a llamar zonación, entendiéndose por tal, la sucesiva aparición —al aumentar la profundidad—, de nuevas facies bionómicas, que sustituyen a las más superficiales.

Son muchas las clasificaciones que se han hecho del sistema bentónico bajo este aspecto. Anteriormente, y sólo con carácter de generalidad, expusimos la que utiliza E. Rieuje, y que comprende a las regiones subterrestre, costera, litoral propiamente dicha y abisal.

Damos a continuación la clasificación más extensa y completa, publicada muy recientemente por Perés y Picard, de acuerdo con lo establecido en el Congreso de Ginebra de 1957, precediendo a la clasificación algunas definiciones indispensables.

Se entiende como piso al espacio vertical del dominio bentónico en el que las condiciones ecológicas —función de la situación en relación al nivel del mar—,

son sensiblemente constantes o varían regularmente entre dos niveles críticos, que marcan los límites del piso.

Cada piso se divide en horizontes, que son subdivisiones verticales elementales, que pueden aparecer con carácter local en el seno del piso. Cuando los horizontes tienen —dentro de un mismo piso— cierto número de caracteres comunes, pueden agruparse para formar un subpiso.

El conjunto de pisos, por su parte, forma lo que se llama un sistema.

De acuerdo, repetimos, con lo adoptado en el mencionado congreso de Ginebra, los pisos que se admiten son los nueve siguientes:

1.º Piso Supralitoral.—Es el caracterizado por la presencia de seres que soportan una emersión prolongada, continua, o casi continua. Una zona en la que sólo hay humedad, producida por el agua del mar y que no experimenta una verdadera inmersión mas que excepcionalmente, como en las mayores mareas equinocciales o en las grandes temporales.

2.º Piso Mesolitoral.—Está caracterizado por poblaciones de seres que soportan o precisan de emersiones un poco prolongadas, como fenómeno natural y normal, y que no sufren inmersiones continuas o casi continuas.

2.º **Piso Supralitoral.**—El límite superior del mismo está en el inferior del mesolitoral, donde los seres que forman sus poblaciones o están siempre en inmersión, o rara vez emergidos. El límite inferior es aquel compatible con la vida de las zostéricas (fanerógamas), o de las algas fotófilas. Este límite inferior se sitúa hacia los 15-20 metros en las altas latitudes, hacia los 30-35 en el mar Mediterráneo y en ocasiones, en determinadas praderas de *Thalassia*, puede llegar a los 30 metros.

4.º **Piso Circalitoral.**—Se extiende desde el límite inferior de las fanerógamas (o de las algas fotófilas), hasta las profundidades máximas compatibles con la vegetación de algas pluricelulares, sin que la presencia de este tipo de algas sea obligada en este piso.

5.º **Piso Batilitoral.**—Comprende desde el nivel inferior circalitoral hasta la profundidad máxima compatible con la vida de las algas unicelulares.

6.º **Piso Epibatial.**—Comprende como límite más alto al inferior batilitoral y se extiende hasta el talud continental en unos mares, y hasta sus máximas profundidades en otros, como en el Mediterráneo. Es decir, que su límite inferior no está bien precisado. El piso está sin embargo, caracterizado por: 1.º, la posibilidad de existencia de sustratos de naturaleza muy diversa, en función principalmente de la pendiente del fondo. 2.º, por la presencia, aún grande, de materia orgánica, tanto en el agua como en los se-

dimentos, como consecuencia de la relativa cercanía a los rebordes continentales. 3.º por la presencia de una fauna ubíqua, con un porcentaje muy grande de especies litorales del piso circalitoral.

7.º **Piso Mesobatial.**—Está caracterizado por las formaciones del final del talud continental, con sedimentos de origen medio terrígeno y medio pelágico (hemipelágicos). El contenido en materia orgánica del agua y sedimentos es aún de cierta cuantía, cuando las poblaciones que habitan el talud continental son abundantes y la pendiente de aquél, pronunciada.

8.º **Piso Infrabatial o abisal.**—Ocupa los grandes fondos, separados del talud continental, que están recubiertos de fangos orgánicos de globigerinas, radiolarios, terópodos o por los inorgánicos de arcillas rojas. El contenido en materia orgánica es muy débil.

9.º **Piso Hadal.**—Corresponde a los fondos superiores a 6.000 y 7.000 metros, propios de las grandes fozes oceánicas, donde la fauna es muy pobre. Está caracterizado, además, por la presencia de las bacterias barófilas.

Los nueve pisos pueden agruparse en dos sistemas:

El **Sistema litoral**, que comprende desde el supralitoral al batilitoral, y que por la presencia de vegetales también podría denominarse **Sistema fital**, y el **Sistema batial**, que comprende desde el epibatial al hadal y que por la ausencia de vegetales también podría llamarse **Sistema afital**.

CAPITULO XI

LA ALIMENTACION DE LOS SERES MARINOS

Con arreglo a las diferencias existentes entre los animales y los vegetales, por tener los primeros alimentación heterótrofa y nutrición autótrofa los segundos, los problemas de la alimentación o de la nutrición de los seres marinos, deben ser estudiados por separado, según se trate de uno u otro caso.

LA NUTRICION DE LOS VEGETALES MARINOS

Ya hemos expuesto en anteriores capítulos, que las plantas marinas pertenecen en su mayor parte al grupo de las talófitas (algas principalmente), puesto que son muy escasas las fanerógamas marinas existentes.

La nutrición y por tanto el crecimiento de los vegetales marinos, se verifica, como seres autótrofos que son, en función de la fotosíntesis que verifican los llamados pigmentos asimiladores. Y como el funcionamiento de tales pigmentos y la distribución de las plantas marinas depende directamente de la distribución de la luz en el mar, se da lugar a una ordenación batimétrica de aquéllas, restringida y especial.

Ya vimos como para aprovechar las diferentes radiaciones luminosas que alcanzan a las distintas profundidades, las algas tenían además de la clorofila, otros pigmentos asimiladores cuando su vida no se realizaba en superficie.

Desde el punto de vista de la distribución de la luz en el mar, hemos hablado de la existencia de una zona superficial iluminada, la zona afótica y de otra profunda, sin iluminación solar, la zona enfótica. En lo que se refiere a la vida de las plantas marinas, es conveniente considerar a la zona fótica subdividida en dos, una superior, la eufótica, en la que hay gran cantidad de luz, y que se extiende desde la superficie hasta unos 80 metros de profundidad y otra subyacen-

te, la disfótica, que alcanza hasta los 200 metros aproximadamente, y en la que la cantidad de luz es muy reducida, tanto, que no basta casi para la función fotosintética, por lo que la vida vegetal es muy pobre y se reduce, como en la zona afótica a la existencia de plantas fotóforas o esclafias, como las bacterias.

A fin de poder estudiar la relación existente entre los valores que alcanza la función fotosintética y la cantidad de luz recibida por las plantas, ha sido preciso establecer o elegir una serie de unidades.

Cuando se quiere expresar la intensidad luminosa en unidades energéticas, se emplean éstas por unidad de superficie (centímetro cuadrado) y de tiempo (segundos), es decir, ergios/cm²/segundo, pudiéndose también expresar en gramos caloría o en julios, teniendo en cuenta que un gramo caloría es igual a 4.18×10^7 ergios, y que julio es igual a 10^7 ergios.

La medida de la energía luminosa que llega a las diferentes profundidades es muy difícil de realizar, puesto que la luz penetra más o menos en el agua, en dependencia de múltiples factores. Se ha aceptado sin embargo, establecer el valor de esa energía por la observación de los coeficientes de extinción correspondientes a las diferentes longitudes de onda. Y se ha visto que solamente las radiaciones de una estrecha franja del espectro solar son capaces de penetrar profundamente en el mar, franja comprendida entre las longitudes de onda de 0.45μ a 0.60μ , es decir, desde el amarillo al azul.

Si la fotosíntesis es posible con ese tipo de radiaciones luminosas, y se considera como expresión de la cantidad total de energía luminosa al coeficiente de extinción de las radiaciones —o lo que es lo mismo la profundidad a que aquéllas pueden llegar—, puede asumirse entonces que hay relaciones entre el valor de la fotosíntesis y aquella energía total luminosa.

La intensidad luminosa puede ser ex-

presada también en otras unidades, como las propias luminosas o luminícas, que se refieren a las cantidades de luz necesarias para producir impresión visual.

La unidad más corrientemente usada es el lux (unidad de flujo luminoso) que equivale a la bugia/metro.

Ahora bien como la capacidad de percepción visual depende de la longitud de onda, no puede empiearse el lux como unidad de la cantidad total de energía luminosa que llega a una determinada profundidad puesto que en la evaluación del lux no se cuenta ni con las radiaciones infrarrojas ni con las ultravioletas, imperceptibles para el ojo humano.

La equivalencia entre la energía luminosa y el flujo luminoso, el llamado equivalente luminico es de un gramo caloría por centímetro cuadrado y hora e igual a 7.750 lux.

Pero como hemos dicho que en el lux no se cuentan las radiaciones infrarrojas ni las ultravioletas, el equivalente luminoso ha de ser multiplicado por un factor para que sea expresión real de la energía luminosa total. Este factor es de 1.5 en superficie, pero hay que ir aumentándolo a medida que se incrementa la profundidad, pudiendo llegar a valores de 0.75 cuando la energía luminosa total alcanza los de un gramo caloría por centímetro cuadrado y hora.

Los efectos de la luz en la actividad fotosintética se han experimentado por la inmersión, a diferentes profundidades, de botellas de vidrio completamente transparente e incoloro, llenas de agua de mar y con una cierta cantidad de fitoplancton —igual para cada botella—, y en el ámbito de la zona eufótica. La expresión de la actividad fotosintética se ha obtenido por la valoración de la cantidad de oxígeno presente en cada botella al finalizar la experiencia, ya que como es lógico, dado el proceso químico de la fotosíntesis, una mayor actividad de este tipo supone una proporcional mayor cantidad de desprendimiento de aquel gas.

Se ha observado que al aumentar la profundidad, disminuye la cantidad de oxígeno presente en las botellas, y que el descenso es progresivo hasta una profundidad en la que el oxígeno producido en la fotosíntesis es consumido totalmente en la respiración. La cantidad de oxígeno gastado en la respiración por el fitoplane-

ton fué determinada en botellas suplementarias, utilizadas como patrón, sumergidas a iguales profundidades que las otras, pero completamente aisladas de la luz, para anular completamente la actividad fotosintética.

Esta cantidad de oxígeno gastado en la respiración, varía también con la profundidad. La suma del gastado en cada botella por la respiración, más el valorado al terminar la experiencia, es el volumen total producido por la fotosíntesis y por tanto, expresión del valor de su intensidad.

La actividad respiratoria decrece también al hacerlo la temperatura, por lo que ha de tenerse en cuenta este factor, pero este efecto que parece producirse en presencia de grandes intensidades luminosas, no tiene importancia cuando son débiles las cantidades de luz.

En la experiencia de referencia no se produjo ya oxígeno, a profundidades superiores a los 27 metros, más que en cantidades insignificantes, desapareciendo totalmente su producción a los 44 metros.

La fotosíntesis depende, por lo tanto, de la intensidad luminosa, llamándose punto de compensación aquella intensidad luminosa a la que el oxígeno consumido en la respiración equivale exactamente al producido en la fotosíntesis. El punto de compensación corresponde a una intensidad luminosa que, según Jenkin es la mínima a la cual las plantas pueden sobrevivir en la naturaleza.

Por otra parte, la profundidad a que se encuentra el punto de compensación es denominada profundidad de compensación y es diferente para cada especie, dependiendo también, por lo anteriormente expuesto, del coeficiente de extinción de la correspondiente radiación luminosa, del estado de transparencia del agua y de las características fisiológicas de cada especie de planta marina.

La profundidad de compensación depende también de otros factores, como los estacionales, que originan diferencias en la intensidad luminosa de cada latitud; otros aleatorios como el estado de nubosidad; otros de tipo cronológico, como la hora solar, etc., etc.

Como es natural, las posibilidades de supervivencia, por nutrición, de las plantas, en dependencia de la cantidad de luz que reciben, varían de unas especies

a otras, pudiendo existir unas que precisen grandes cantidades de energía luminosa para vivir, las fotófilas o amantes de la luz, mientras que otras sólo precisen de pequeñas cantidades, las escisafilas (amantes de la sombra).

Las diatomeas, por ejemplo, que son entre las plantas marinas, de las que mayor importancia tienen en la función fotosintética, como origen de la alimentación de toda la vida marina, suelen prosperar mejor con bajas intensidades luminosas. Sreiber ha encontrado, por ejemplo, que el óptimo de luz para la diatomea *Biddulphia nobilensis* es de 1.600 lux, mientras que para otra planta, el dinoflagelado *Carteria* sp. se establece en 3.200. Otras diatomeas pueden vivir a intensidades luminosas mucho más bajas como ocurre con algunas que crecen incluso en invierno en las regiones árticas. En algunas diatomeas se observa, como prueba de su fotofobia, que cuando la intensidad de la luz aumenta un poco y llega a ciertos límites, los cromatóforos o cromoplastos se concentran, para ofrecer menor superficie de exposición a la luz, en un fenómeno denominado *xirotrofia*. Esta fotofobia de las diatomeas se manifiesta también en otras ocasiones de forma distinta, con la existencia para las mismas de diferentes profundidades de compensación en invierno que en verano, en dependencia de las diferencias de iluminación del agua en ambas estaciones. Allen y Nelson han encontrado, para las latitudes de Ezeocia, que esas variaciones de la profundidad de compensación entre ambas estaciones llegan a tener una amplitud de hasta treinta metros.

En resumen vemos que la nutrición de las plantas marinas por la fotosíntesis depende de forma muy directa de la intensidad luminosa que reciben y que en función de la capacidad de penetración de la luz en el mar, la vida vegetal autótrofa se va extinguiendo con la profundidad, siendo raro que sobrepase los 100 metros.

Para la función fotosintética propiamente dicha, bastan a las plantas el anhídrido carbónico y el agua que encuentran en su medio ambiente. Pero para la elaboración de sus demás componentes protoplásmicos, y para la de los albuminóides sobre todo, precisan de otros elementos químicos, el nitrógeno y el fósforo principalmente.

Ambos se encuentran también en el agua del mar, en la forma de nitratos y fosfatos, constitutivos de las llamadas sales nutritivas o de los denominados elementos fertilizantes del agua del mar.

Estos nitratos y fosfatos, que las plantas marinas sólo pueden tomar del agua del mar, se encuentran en ella en solución extraordinariamente diluida, bastando sin embargo para sus necesidades nutritivas.

Esta circunstancia se debe principalmente al pequeño tamaño de los elementos fitoplanctónicos, que tienen así una mayor capacidad de absorción al presentar una superficie de contacto mucho mayor con el medio ambiente. Ya dijimos en un capítulo anterior, que las necesidades de la nutrición, es decir las de una mayor superficie de contacto con el medio ambiente, para una también mayor cantidad de volumen de la materia viva a nutrir, se obtienen por la adopción de la forma esférica, en la que la relación de superficie a volumen es máxima, y que el crecimiento, al reducir esa relación, obligaba a los seres unicelulares a reproducirse (es decir, a dividirse), para restaurar la necesaria relación de superficie a volumen, so pena de morir.

A ese mismo razonamiento responde en esta ocasión el diminuto tamaño de los planctobios vegetales, que así pueden aprovechar mejor las sales nutritivas muy diluidas. La superficie de un cubo de un milímetro de lado, por la que se puedan absorber las sales nutritivas necesarias, es mucho menor que la de mil millones de cubitos de una micra de arista. Y la capacidad de absorción de las sales nutritivas se habrá multiplicado de manera extraordinaria.

Para el estudio de la distribución de las sales nutritivas en el agua del mar y de sus diversas fluctuaciones, como para el de sus fuentes de origen, remitimos al lector al capítulo destinado a la composición química del agua del mar, donde estos problemas se trataron con mayor extensión.

Ya expusimos que la distribución de los vegetales marinos dependía de la profundidad a que llega la luz, es decir, de la amplitud de la capa eufótica muy fina en relación con las profundidades que se alcanzan en el mar. Pero si aún tenemos en cuenta el hecho de que las plantas marinas enraizadas, las fanerógamas o las algas

que viven fijas en el fondo (algas clorofíceas, las fécioas y las rodofíceas), tienen también un área muy restringida de distribución, limitada prácticamente a la plataforma litoral o nerítica, resulta que la labor de síntesis orgánica como fuente primordial de la vida en el mar, recae principalmente en el fitoplancton. Porque aunque existan vegetales macroscópicos pelágicos como los sargazos, estos flotan en la superficie solamente, donde rápidamente se agotan las sales nutritivas y son difícilmente renovables por tratarse del distrito oceánico, mientras que el plancton vegetal, extendido por los mares en sentido horizontal, pero también en una mayor amplitud batimétrica, tiene mayores posibilidades de encontrar sales nutritivas para realizar su labor sintética.

LA ALIMENTACION DE LOS ANIMALES MARINOS.

Los animales marinos, como los terrestres, dependen completamente de los vegetales en cuanto a su alimentación se refiere, puesto que siendo heterótrofos tienen que tomar los alimentos sintetizados por los vegetales, ya directamente en el caso de los animales herbívoros, ya indirectamente en el de aquellos que no lo son. La alimentación de los animales implica, por consiguiente, la existencia de una ininterrumpida cadena de seres comedores y comidos, de depredadores y depredados, que se inicia en unos de régimen herbívoro, que son los que incorporan al reino animal los alimentos sintetizados por los vegetales, y termina cuando las bacterias reintegran al reino mineral los elementos constitutivos de aquella materia viva, para iniciarse de nuevo el ciclo.

La incorporación al reino animal de los productos orgánicos sintetizados por los vegetales marinos se hace, como decimos, a partir de una serie de animales fitófagos o mejor dicho fitoplanctófagos, pues aunque no falten los animales que se alimentan de vegetales macroscópicos, ni son tantos como los otros, ni como ya hemos dicho, las plantas macroscópicas representan en la vida marina un volumen comparable con el de las microscópicas del plancton.

Por lo tanto es precisa la existencia de una serie de animales lo suficientemente

pequeños para que puedan utilizar como alimento a aquellos diminutos elementos del fitoplancton. Esos seres, a los que ya hemos citado anteriormente son, principalmente los crustáceos del orden de los copépodos, integrantes en forma principalísima del zooplancton y que pululan en todos los mares, alimentándose de diatomeas, dinoflagelados y otras plantas del plancton. Junto con los copépodos, basan también su alimentación de manera preferente en el fitoplancton otros grupos zoológicos, como los crustáceos, eufósidos muchos protozoos y no pocos estados larvarios de invertebrados, e incluso de vertebrados, como algunos peces.

La misión de estos animales fitoplanctófagos es de extraordinaria importancia. No sólo porque incorporan al reino animal las sustancias orgánicas sintetizadas por los vegetales marinos, sino porque a su vez las transforman en otras de carácter animal, más fácilmente asimilables por el resto de la cadena zoológica, a los que se la ofrecen, por otra parte, ya aglomerada en séres de mayor tamaño que los fitoplanctóbilos y no difusa en el agua del mar, por lo que puede ser mejor aprovechada por los animales de mayor tamaño.

Como es natural, dado el ingente volumen de los animales existentes en el mar, que sólo muy indirectamente dependen del fitoplancton existente, se comprende fácilmente que el número de estos pequeños animales, cuya misión es la de nutrirse directamente del plancton vegetal, ha de ser también enorme.

Evidentemente, desde el punto de vista de la economía animal, es mucho más racional la de los seres terrestres, en la que el porcentaje de animales que se alimentan directamente de vegetales supera con mucho al correspondiente en el mar, pero ya díjimos que las condiciones del medio marino no permitan la existencia de grandes masas de macrovegetales, por lo que la labor fotosintética tenía que estar concentrada en el fitoplancton, que sólo puede ser incorporado a los animales cuando éstos tienen muy pequeño tamaño.

Esto no obsta, como decíamos en párrafos anteriores, para que existan animales marinos fitófagos, tanto los que se alimentan de vegetales superiores macroscópicos como de fitoplancton, como ocurre en este último caso con los clupeidos, que toman directamente —aunque mez-

clado con el zooplancton—, gran cantidad de fitoplancton, que acumulan previamente merced a la existencia de aparatos filtrantes especiales, a los que más adelante nos referiremos.

Pero además, parte de los productos orgánicos sintetizados por los vegetales marinos no se encuentran posteriormente en ellos, sino que se difunden por solución en el agua, que de esta forma contiene una enorme cantidad de materia orgánica, tanta, que puede ser estimada en ocasiones, sin pecar de exageración, muy superior en cantidad a la contenida en los seres vivos marinos, tanto animales como vegetales.

El problema importantísimo de la incorporación de esa materia orgánica a los animales, lo resuelven principalmente las bacterias y otros organismos saprofitos, de los que se alimentan animales, pudiendo citarse también, además de las bacterias—aunque no esté plenamente confirmada su intervención en este aspecto—, algunos dinoflagelados.

Parece ser que determinadas células coloreadas de verde oliváceo, y encontradas por el buque oceanográfico alemán «Metteor», por debajo de la zona eufótica, cumplen también la misión de aprovechar la materia orgánica disuelta en el agua del mar.

TIPOS DE ALIMENTACION EN LOS ANIMALES MARINOS.

La clasificación o agrupación de los animales marinos por la forma o la calidad de su alimentación, puede referirse a muy diversos aspectos, como al tipo de alimentación (zoófagos y fitófagos) y dentro de los primeros por la clase de animales constitutivos de sus dietas (ictiófagos, carnívoros, planctófagos, etc.); al tamaño de sus alimentos; a la forma de capturarlos, etc., etc.

Estimamos muy sencilla y adecuada a los fines de un libro de este tipo la agrupación de los animales marinos, bajo este aspecto, en las cuatro clases siguientes:

1.ª Animales que se alimentan del plancton, separándolo del agua del mar por procedimientos especiales de filtración de la misma.

2.ª Animales que se alimentan de los detritos orgánicos depositados en el fondo

de los mares, mezclados con los sedimentos, y de cadáveres.

3.ª Animales herbívoros de la región litoral.

4.ª Animales carnívoros, predadores o depredadores.

ANIMALES QUE SE ALIMENTAN DEL PLANCTON, SEPARÁNDOLO DEL AGUA DEL MAR POR MEDIO DE FILTRACIÓN DE LA MISMA.

Son aquellos que se alimentan de los diminutos planctónicos como única dieta, aunque también aprovechen los detritos flotantes. No debe olvidarse, sin embargo, que en este aspecto la mayoría de los animales que tienen este régimen alimenticio son a su vez miembros del plancton.

Nos referimos por tanto a aquellos seres pertenecientes a grupos zoológicos cuya alimentación es principal o exclusivamente planctónica y que concentran el plancton microscópico disperso en el agua por medio de determinados procedimientos de filtración de ésta y concentración de aquéllos, antes de que pase a su tubo digestivo.

Estos aparatos filtrantes son de muy diversos tipos. En algunos copépodos, como los Calanx, por ejemplo, consisten en una serie de sedas o espinas dependientes de los apéndices bucales correspondientes a las segundas maxilas, cuyos apéndices están a su vez recubiertos de diversas prolongaciones y procesos piliformes. Este aparato filtrante, formado por la acumulación seriada de las formaciones citadas, correspondientes a los apéndices de ambos lados de la boca, está situado ligeramente por detrás de ella. Los restantes apéndices cefálicos posteriores a las primeras antenas y anteriores a las segundas maxilas, es decir, las antenas segundas, los palpos mandibulares y las primeras maxilas, tienen también prolongaciones setiformes y piliformes, encargadas con sus movimientos rápidos, que llegan a tener una frecuencia de hasta 600 movimientos por minuto, de provocar corrientes en el agua en forma de torbellinos, que conducen a ésta hasta el filtro formado por las maxilas segundas, donde queda retenido el plancton, que posteriormente pasa a la boca.

Los crustáceos del grupo de los eufáidos tienen un aparato filtrante similar pero por vivir a mayores profundidades,

donde el plancton está formado casi exclusivamente por diatomeas, tienen un régimen alimenticio más omnívoro, aprovechando cuantos detritos encuentran a su alcance, que retienen, con los planctobios, en un filtro formado por sus patas torácicas, a las que llegan arrastrados por la corriente de agua provocada por los movimientos de los apéndices abdominales.

En los tunicados, como *Oikopleura* (fig. 70), existe un procedimiento especialísimo para el filtrado del agua, al que ya nos referimos accidentalmente al tratar del tamaño de los planctobios. Estos animales se alimentan de nanoplancton y para retener a los cocolitofóridos, bacterias, pequeñas diatomeas y flagelados que lo constituyen, la cubierta temporal de estos animales tiene una porción, el túnel inhalante, cuya entrada está cerrada por un filtro, cuyo retículo es capaz de retener —es decir, de impedir la entrada—, de cuerpos de dimensiones superiores a 0,127 milímetros por 0,0345 milímetros. Este filtro es el denominado externo. En el interior de la cámara hay un segundo filtro, el interno, que retiene a las partículas de dimensiones inferiores a 0,030 milímetros. El agua que circula por el interior de las cámaras de la cubierta, merced a los movimientos de la cola del animal, entra por el túnel inhalante, y sale por el filtro interno, donde son retenidos los elementos del nanoplancton, que posteriormente por las mismas corrientes que se indican en la figura, llegan al animal, en el que (fig. 71), a través de la boca y la faringe, son conducidos al verdadero tubo digestivo.

En otros procordados, como las Salpas (fig. 72), la retención del plancton se hace en la cavidad faríngea, al pasar el agua a través de las branquias, en cuyas proximidades se encuentra el comienzo del esófago.

La alimentación por filtración o retención del plancton es muy común en muchos animales sedentarios aunque en algunos de estos casos, la abundancia del plancton haga innecesaria la existencia de delicados o especiales filtros, bastando la existencia de procedimientos destinados a producir las corrientes de agua que aporten el alimento hasta la boca.

Así ocurre en los cirrípedos (percebes, bellotas de mar, *Pollicipes*, *Balanus* y

Chthamalus, respectivamente) en muchos moluscos como los mejillones (*Mytilus*) y las ostras (*Ostrea*), que llevan el plancton hasta la boca en el curso de los movimientos respiratorios, con el concurso de series de cirros vibrátiles y de surcos impregnados de moco, especialmente adecuados.

La asociación del filtrado del plancton y su retención por sustancias mucosas es también muy frecuente, como ocurre en algunas especies, como *Ciona*, en la que el agua, arrastrada por los movimientos de las coronas tentaculares que rodean la boca, en las que experimenta un primer filtrado, pasa después a través de los múltiples orificios (hasta unos 200.000) de su cestillo branquial, en cuya superficie interna está la capa mucosa que retiene a los planctobios.

Animales filtrantes de plancton son también las esponjas. Y no faltan formas muy especializadas de aparatos filtrantes para la alimentación planctónica en animales superiores, como los peces y los mamíferos.

Entre los peces son característicos los clupeidos (sardinias, alachas, espadines, etc.) y los engráulidos (boquerones), como animales especialmente adaptados para la alimentación planctónica.

El filtro está formado (fig. 67), como en los restantes peces que se alimentan de plancton por su retención, por unas formaciones derivadas de las branquias, las llamadas branquispinas, que son como espinas, a veces muy largas, que sobresalen de la cara anterior de los arcos branquiales, y sobre todo del primero, espinas o apéndices provistos a su vez de numerosos tuberculitos y procesos secundarios, que cruzándose las de un lado con las del otro, forman un filtro para el agua, cerrando el paso a los planctobios. El agua entra por la boca en los movimientos de la misma, destinados a llevarla a las cámaras branquiales, y sale al exterior por las aberturas branquiales; deja el plancton en las branquispinas, pasa a las cámaras branquiales y sale al exterior por las aberturas branquiales externas, ocultas debajo de los opérculos. El plancton retenido en las branquispinas es posteriormente arrastrado hasta el esófago.

La alimentación planctónica de estos

especies de peces se pone de manifiesto al estudiar los contenidos gastrointestinales. Damos como ejemplo los resultados de los análisis realizados durante un año en los tubos digestivos de jureles

jóvenes, que tienen alimentación planctónica, expresando los porcentajes de cada uno de los ocho grupos en que reunimos los diferentes elementos del plancton:

GRUPOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Protozoos	1,00	0,00	0,33	1,00	0,50	0,00
Copépodos	29,00	33,00	26,06	8,00	14,00	40,50
Otros crustáceos	0,00	0,00	14,33	5,50	5,50	4,50
Larvas	25,00	48,00	4,00	3,50	6,00	31,50
Huevos	8,00	0,00	19,33	20,00	9,00	15,00
Diatomeas	20,00	3,00	6,00	10,00	7,00	1,00
Peridiniás	17,00	6,00	6,66	28,50	11,00	7,50
Otros grupos	0,00	0,00	22,86	23,50	47,00	0,00

GRUPOS	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dicbre.
Protozoos	0,00	0,00	0,00	7,00	2,50	0,00
Copépodos	8,00	13,00	17,50	8,75	6,50	10,00
Otros crustáceos	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	15,00
Larvas	6,00	4,00	1,00	0,00	0,00	17,00
Huevos	34,00	35,00	36,00	6,75	4,00	1,00
Diatomeas	20,00	18,00	16,50	20,75	65,00	45,00
Peridiniás	30,00	22,00	13,00	40,00	22,00	12,00
Otros grupos	0,00	7,00	15,00	15,75	0,00	0,00

También algunos cetáceos se alimentan filtrando plancton, siendo curioso que tengan este tipo de alimentación, tratándose de los mayores seres vivientes que existen en la actualidad; son las ballenas y rorcuales; que, dado su enorme volumen necesitan ingerir ingentes cantidades de alimento. Su alimentación depende en tal grado del plancton, que sus migraciones están reguladas por las fluctuaciones del mismo en las diversas regiones del mar.

La adopción de una alimentación planctónica ha influido de manera extraordinaria en la morfología y anatomía de estos cetáceos, llamados mistacocetos, y que reciben este nombre por la presencia de una serie de láminas córneas desfiladas, que descienden desde el paladar hacia la lengua, y que sustituyen a los dientes, inútiles en este tipo de alimentación. Al abrir la boca ésta se llena de agua, parte de la cual penetra en la porción posterior de la misma. Al ser expulsada pasa a través del filtro formado por las láminas córneas, o s barbass, dejando retenido entre ellas al plancton, que posteriormente pasa al esófago.

La alimentación planctónica, por medio de filtros, puede ser, por tanto, o un fenómeno voluntario, como en el caso de las ballenas y de los rorcuales, o un proceso involuntario, dependiente de los movimientos respiratorios, como ocurre en las Oikopleuras, Salpas, Clupeidos y demás peces que retienen al plancton en sus branquias. Esto no excluye que en los peces que tienen este tipo de alimentación epasivas no exista también la activa, puesto que igualmente pueden capturar al plancton yendo tras de él, actuando entonces como verdaderos seres predadores.

ANIMALES COMEDORES DE DETRITOS ORGÁNICOS Y ANIMALES NECRÓFAGOS.

Hemos expuesto anteriormente cómo desde la superficie del mar desciende hacia el fondo, de manera continua, una enorme cantidad de detritos orgánicos, muchos de ellos procedentes de los seres unicelulares o pluricelulares pelágicos que mueren y caen al fondo por gravedad. Estos detritos se depositan lentamente en el fondo, reuniéndose a otros que pueden proceder de la zona litoral

y de los aportes de origen terrígeno, mezclándose frecuentemente con los sedimentos.

Diversos seres marinos del reino animal se aprovechan de estos detritos para su alimentación, como son los protozoos y los rotíferos. Y lo mismo hacen, en el reino vegetal, las bacterias. Estos seres, que viven en el fango son a su vez aprovechados como alimento por otros que tienen similar manera de alimentarse, tratándose principalmente de invertebrados aunque este tipo de alimentación, parcial o totalmente necrófaga, no sea la exclusiva puesto que también se aprovechan de presas vivas cuando están a su alcance.

La alimentación a base de detritos depositados en el fondo y mezclados con los sedimentos, es propia, como decimos, de muchos animales, y sobre todo de aquellos que normalmente viven enterrados en el fondo.

Así ocurre, por ejemplo, con los gusanos del género *Arenicola*, con el hemisférico *Balanoplossus* y con no pocos moluscos bivalvos, como *Nucula*.

Los equinodermos del grupo de los holoturoideos suelen alimentarse también de esta forma, ingiriendo grandes cantidades de fango, del que aprovechan los detritos orgánicos correspondientes. Con referencia a estas holoturias, dice Crossler que una de ellas puede hacer pasar a través de su tubo digestivo cantidades de seis a siete kilos de fango (peso en seco), por metro cuadrado y año. Y que en áreas restringidas de 1,7 millas cuadradas, las cantidades de fango comidas por estos animales pueden elevarse en un año a 500-1000 toneladas.

La captura del alimento intercalado en el fango se produce frecuentemente por la acción de series de cirros vibrátiles distribuidos a lo largo de surcos especiales que lo conducen a través del tubo digestivo.

Aunque este tipo de alimentación pueda ser considerado como parcialmente necrófago, no lo es en realidad en sentido estricto. Pero no faltan los animales verdaderamente necrófagos, entre los que se cuentan, con verdadera carta de naturaleza, muchos crustáceos decápodos, como los cangrejos (*Carcinus*).

ANIMALES FITÓFAGOS DE LA REGIÓN LITORAL.

Las plantas macroscópicas, como ya hemos indicado, se encuentran restringidas a una estrecha zona que circunda a los continentes, a la región nerítica o litoral. Y si bien su masa es muy reducida en comparación con la total existente en el mar, no deja por ello de tener gran importancia. De estos vegetales macroscópicos, normalmente fijos al fondo (con raíces las fanerógamas y con rizoides las algas), se alimentan bastantes especies de animales, muchos de ellos también macroscópicos, que de esta forma asimilan directamente las sustancias sintetizadas por las plantas, sin intermediarios de ninguna clase.

Están entre estos animales algunos moluscos gasterópodos, crustáceos del orden de los decápodos, del de los isópodos y del de los anfípodos y, finalmente no pocos peces.

Los gasterópodos están provistos de especiales aparatos córneos y rasposos, las rádulas, con las que raen los vegetales de que se alimentan. En los crustáceos existen formaciones quitinosas, como sus piezas bucales, que les sirven para cortar los vegetales de que se alimentan. En los peces, finalmente, es frecuente que exista, en las especies fitófagas, una dentición especialmente adaptada para cortar los vegetales, combinada con la misión masticadora, consistiendo esa dentición en la aparición en las porciones frontales de la mandíbula y de los premaxilares, de dientes con la forma de incisivos, y la modificación de los restantes dientes en molares. Dentición de este tipo son frecuentes en los espáridos, como los sargos (*Diplodus*).

En algunas especies de régimen omnívoro como las lisas (*Mugil*), se da frecuentemente el caso de que, junto con la alimentación de detritos, se dé también la herbívora. Algunas especies de lisas tienen la costumbre de rozar los flancos de su cabeza contra las rocas en las que hay implantadas pequeñas algas. Parece ser que lo hacen para cortarlas y poder comérselas después, efectuando el corte por medio de los bordes dentados de sus huesos suborbitarios, que en estas especies son extraordinariamente móviles.

Pueden ser considerados también como animales fitófagos de la zona litoral a

los xilófagos como los *Teredo*, que horadan la madera, alimentándose también de ella, lo que parece ser que ocurre gracias a la presencia en sus jugos digestivos de una enzima, la celulasa, capaz de transformar a la celulosa en azúcares asimilables como la glucosa.

LOS ANIMALES CARNÍVOROS O PREDADORES.

Los animales predadores son aquellos de régimen carnívoro y capaces de perseguir a sus presas para capturarlas, lo que supone como consecuencia, la condición de buenos nadadores, la existencia de órganos visuales bien desarrollados, la de dentitiones apropiadas, la de formas de boca especiales, etc., etc.

El carácter de predador en un ser marino va unido, casi siempre, a la posesión de tallas macroscópicas, tanto en el ser predador como en la presa perseguida. Claro es, que en muchos casos, tratándose de tamaños relativos entre predador y presa, también pueden ser considerados dentro de este grupo incluso a planctobios que se alimentan de nanoplanctobios, cuando para comerlos no utilizan aparatos filtrantes, sino la persecución activa de la presa.

Los tipos característicos de animales predadores en el mar son indudablemente los peces, los cetáceos del suborden de los odontocetos (cachalotes, delfines etc.), y los cefalópodos.

Entre los peces, son de los más típicos predadores los escualos (tiburones, marrajos, peces martillo, tintorerías, etc.) (fig. 44) y son clásicas en ellos las dentitiones formidables formadas por dientes agudos y cortantes, dispuestos en varias series que constantemente se renuevan (fig. 66), y capaces de descuartizar en breves momentos las presas más voluminosas.

Entre los teleosteos de vida pelágica, son perfectos depredadores los escómbridos (atunes, bonitos, albacoras, etc.), semipeternos devoradores de enormes masas de aardinias, boquerones y otros peces similares.

En los peces de hábitos bentónicos son también abundantes las especies predadoras. Quizás sean los serránidos (meros, chernes, serranos y cabrillas), de los más típicos, estando también dotados de formidables dentaduras con enormes caninos. Los morónidos (lubinas), sirven

siempre de ejemplo cuando hay que poner uno de pex predador, dados sus instintos rapaces.

Es frecuente que los seres predadores de régimen de vida bentónico pero no dotados de capacidad grande de natación, tengan adaptaciones especiales para la más fácil captura del alimento. Tal es, por ejemplo, el caso de los caramelas, de la familia de los centracántidos que, cuando adultos son predadores y que tienen la boca extraordinariamente protráctil. De esta forma, al extenderla, producen en la cavidad bucofaringea un vacío, que provoca una rápida y gran entrada de agua en la misma, que facilita, al arrastrar a las presas, su captura.

Las bocas protráctiles son también frecuentes en peces bentónicos en los que la alimentación, aunque de seres vivos, se hace escarbando en el fondo. Tal ocurre con los esturiones, cuya boca, colocada en la superficie plana y ventral de la cabeza, es extensible en la forma de un tubo succion, con el que estos peces homan en el fango.

También existen peces bentónicos depredadores o predadores, que se alimentan de moluscos o crustáceos protegidos por fuertes conchas y caparazones. Para ello, la dentición se modifica, apareciendo series de poderosos dientes molariformes, como ocurre, por ejemplo, con las doradas (*Sparus asratu*), que los poseen enormes y con los que tritura con toda facilidad las conchas de las ostras, constituyendo una verdadera plaga para los yacimientos o los cultivos de estos moluscos.

En los peces nadadores de la región batipelágica y abisal el régimen carnívoro predador es el único que existe, puesto que no hay vegetales y las cantidades de plancton son mínimas.

La falta de luz, no totalmente compensada por la presencia de órganos fotógenos, obliga a procurar capturar el alimento con el máximo de seguridad. Aparecen entonces las enormes bocas y los cuerpos enormemente dilatables que permiten la ingestión de presas mucho mayores que el mismo animal que las ingiere, como ocurre con los estomiátidos y los quiasmódontidos (*Chiasmodon*) (fig. 68).

En otras ocasiones como en los rapés (*Lophius*), o en *Meinocerhus* (fig. 69), además de enormes bocas y formidables

dentaduras, existen señuelos para atraer a las presas, órganos que consisten en radios de la aleta dorsal, destacados de la misma y que adoptando la forma de una caña de pescar, se colocan con su extremo delante de la boca, para atraer a las presas, unas veces mediante simples movimientos, otras incluso por la presencia en la punta de esos radios, de órganos fotógenos.

Los moluscos cefalópodos son también típicos animales predadores, dotados como es normal en ellos de buenos medios de natación, sentido visual muy desarrollado, y especiales órganos para la captura del alimento, en este caso en la forma de los brazos y tentáculos profusamente recubiertos de ventosas.

Finalmente, son también animales predadores los cetáceos odontocetos, es decir, los cachalotes, delfines, marsopas, calderones, orcas, narvales, etc., etc., que están provistos de enormes denticiones, exclusivamente caniniformes y que se alimentan principalmente de peces y de cefalópodos.

LAS BACTERIAS MARINAS Y SU IMPORTANCIA EN EL CICLO DE LA ALIMENTACIÓN EN EL MAR.

Por lo que hemos visto anteriormente, las sustancias minerales existentes en el agua del mar son aprovechadas por los vegetales autótrofos, que las transforman en sustancias orgánicas, que son a su vez aprovechadas por el reino animal, de nutrición o alimentación heterótrofa.

Como consecuencia del metabolismo animal, parte de esas sustancias orgánicas son eliminadas en la forma de excretas, formadas por otros compuestos minerales o inorgánicos, que no serían utilizables por los vegetales en un nuevo proceso de síntesis si no fuese por la acción de determinadas bacterias, que los transforman en aquellas sales que directamente pueden utilizar los vegetales autótrofos.

Pero aparte de los productos de excreción de los seres vivos, están sus restos cuando mueren, que se depositan en los fondos y que no serían de nuevo aprovechables, si las bacterias no destruyesen aquella materia orgánica, liberando los componentes minerales que la integran, y reconstruyendo, a base de ellos las sales nutritivas necesarias para la síntesis vegetal.

Esta importancia de las bacterias se pone de manifiesto, por ejemplo, en el caso del ciclo del nitrógeno, ya expuesto al tratar de los nitratos y nitritos disueltos en el agua del mar, en el capítulo primero, al que remitimos al lector para una más amplia información al respecto.

No se limita a esto la función de las bacterias en el ciclo alimenticio del mar. Aparte de que ellas mismas constituyen el alimento de multitud de seres planctófagos, ya dijimos que se encuentran entre aquellos seres capaces de asimilar la materia orgánica disuelta en el agua del mar, con lo que cumplen una importantísima misión, ya que como es sabido, las cantidades de esta materia orgánica son a veces muy superiores a las que se encuentran formando la totalidad de los seres organizados.

La distribución de las bacterias en el mar es muy amplia. Son extraordinariamente abundantes en la región litoral, en correspondencia a la gran cantidad de vida animal y vegetal en ella existente.

En cuanto a su distribución vertical, se las encuentra desde la misma superficie del mar hasta las grandes profundidades (por lo menos hasta los 5.000 metros), donde están preferentemente en el fondo, mezcladas con los detritos. Sus cantidades llegan a ser fabulosas. Zo-Bell y Anderson dicen haber contado hasta 400 millones de bacterias por gramo de fango.

Existen, finalmente, no pocos animales parásitos en el mar, especialmente adaptados para una alimentación a expensas de sus huéspedes.

Aunque al tratar del parasitismo hablamos de algunos de estos animales, estimamos oportuno citar aquí uno de los más curiosos casos de adaptación a este tipo de vida. Se trata de los peces ciclostomos, las lampreas, característicos por carecer de mandíbulas (caso único en los vertebrados vivientes), y en los que la boca está colocada en el fondo de un embudo prebucal (fig. 73), que sirve de ventosa para que el animal se fije. La lengua hace de émbolo, para producir el vacío, y la superficie del embudo, como la misma lengua, están provistos de numerosas formaciones córneas, los odontoides, que sirven para rasar los tegumentos del huésped y producir la salida de los líquidos orgánicos del mismo, a base de los cuales se alimentan las lampreas.

CAPITULO XII

LA RESPIRACION DE LOS ANIMALES MARINOS, DIFERENTES TIPOS DE ADAPTACION

Como es sabido, el fenómeno de la respiración es eminentemente celular, aunque a pesar de ello se hable de respiración cuando se trata del intercambio de gases (oxígeno y anhídrido carbónico del aire), entre el medio ambiente y la sangre de los animales. Este mecanismo, que se lleva a efecto en el interior o por medio de los aparatos respiratorios y a los que en realidad mejor corresponde el nombre de eventilatorios, comprende dos fases diferentes: la del intercambio de gases entre el medio ambiente y la sangre y el del subsiguiente intercambio de los mismos entre la sangre y las células del organismo.

Para el segundo, no se precisan formaciones especiales. La sangre que de una forma u otro llega hasta las células, o las baña, transporta hasta ellas el oxígeno y recibe el anhídrido carbónico, verificándose el intercambio por un fenómeno de difusión, en función de las diferentes tensiones osmóticas de ambos gases en la sangre y en las células, que constantemente están cambiando de signo.

Para la primera fase, sí son necesarias formaciones o adaptaciones especiales, que varían de unos animales a otros, aunque en general respondan a dos tipos fundamentales, comunes también a los restantes seres animales terrestres o dulcesucúscolas. Son estos dos tipos de respiración, el que adoptan los seres que viven en el medio acuático, teniendo que respirar el oxígeno disuelto en el agua, consistente en la aparición de las bránquias y el que utilizan aquellos que aunque viviendo en el agua respiran el oxígeno atmosférico, y en los que el aparato eventilatorio consiste en la existencia de los pulmones y formaciones anejas, u órganos similares como la vejiga natatoria de los peces dipnóicos, que hace el efecto de un verdadero pulmón.

Las diferencias entre uno y otro tipo de respiración, que se manifiestan desde el punto de vista anatómico de forma muy señalada, tienen su razón de ser no solamente en la diferente procedencia del oxígeno respirable, sino también, en la distinta cantidad del mismo de que puede disponerse en el medio aéreo y en el acuático.

No faltan en el mar, como en el medio terrestre, seres que son capaces de respirar en medios exentos de oxígeno, es decir, de respiración anaerobia, pero no son del reino animal, tratándose de bacterias, que obtienen el oxígeno necesario de las reacciones químicas que producen en las sustancias orgánicas sobre las que viven, aunque esto no obsta para que existan también bacterias marinas aeróbicas y que precisen del oxígeno en cantidades muy grandes, incluso mayores que algunos metazoos, como veremos más adelante.

De todas formas, aún siendo aeróbicos los animales marinos, la cantidad de oxígeno de que disponen es mucho menor que aquella de que disfrutan los del medio aéreo, puesto que hay mucho menos oxígeno disuelto en el agua del mar, por unidad de volumen, que en el aire.

En la atmósfera, como es sabido, hay un 21 por 100 aproximadamente de oxígeno, es decir, unos 210 centímetros cúbicos por litro de aire. En el agua del mar en cambio, la cantidad máxima posible es de 9 centímetros cúbicos por litro y depende de manera muy directa de la temperatura, descendiendo notablemente su solubilidad al aumentar aquella.

Esta es quizá la razón por la que los animales marinos de sangre caliente u homotermos, que tienen necesidad de una mayor actividad respiratoria para mantener su temperatura (los pinnípedos y los cetáceos, como las aves marinas), ten-

gan respiración pulmonar, ya que necesitan mayores cantidades de oxígeno.

Y también la de que los animales poiquilotermos o de sangre fría, tengan respiración cutánea o branquial (sólo la tienen pulmonar los escasísimos reptiles marinos), puesto que sus necesidades de oxígeno son menores. Pero incluso en este caso, para aprovechar la pequeña cantidad de este gas de que se dispone en el mar, la superficie respiratoria, es decir, la de contacto entre el órgano respiratorio y el medio ambiente o lo que es lo mismo, la de las bránquias, es proporcionalmente mucho mayor en los seres marinos que en los terrestres. Y dentro de los marinos es tanto mayor esa superficie cuanto más intensa sea la actividad fisiológica lo que se pone de manifiesto incluso en los diferentes miembros de una misma clase zoológica, como ocurre por ejemplo con los peces, en los que el desarrollo de las bránquias es mucho mayor en los que hacen vida activa pelágica (atunes, bonitos, tintoreras, marrajes, etcétera.), que en los que hacen vida bentónica sedentaria.

Lo reducido del gasto de oxígeno que realizan algunos animales marinos, se pone de manifiesto en la siguiente relación que dan Sverdrup, Johnson y Flemming, del consumo de este gas, por gramo de peso y hora, entre 17 y 25 grados, en los siguientes grupos de animales marinos:

Protozoos.....	2,00 c.c. por gramo y hora
Celentéreos....	0,005 c.c. » » »
Equinodermos.	0,026 c.c. » » »
Anélidos	0,026 c.c. » » »
Crustáceos	0,181 c.c. » » »

Es de hacer notar que el pequeñísimo consumo de oxígeno de los celentéreos está también relacionado con la escasísima cantidad de materia orgánica que suelen contener. Recuérdese que hay celentéreos en los que —como en ciertas medusas—, la cantidad de agua alcanza hasta el 96 por 100 de su peso, y que sólo contienen un 2 por 100 de materia orgánica.

Estos consumos de oxígeno son como se ve, bajísimos incluso en comparación con los de algunas bacterias, que llegan a gastar hasta 110 c. c. de oxígeno por gramo y hora a 22 grados C.

Es interesante dar siempre el dato de temperatura, puesto que no sólo la solubilidad del oxígeno en el agua decrece al aumentar la temperatura, sino que el aumento de ésta, supone también el de la actividad vital (10 grados de elevación, duplican la actividad vital metabólica en los animales marinos).

Por otra parte, las diferencias entre el medio ambiente marino y el aéreo se hacen más patentes por la diferente distribución del oxígeno en uno y otro, ya que en el aéreo es muy uniforme, mientras que en el marino puede ser muy irregular.

Por esas razones, repetimos, los seres marinos que respiran el oxígeno disuelto en el agua precisan de grandes superficies de contacto con ella, para mejor aprovechar las escasas cantidades del gas, presentes en disolución.

En los protozoos y en los metazoos inferiores, no existen aparatos respiratorios especiales. Sus escasas necesidades de oxígeno son suplidas suficientemente por el intercambio gaseoso que se produce a través de las paredes del cuerpo o membranas celulares, poseyendo por consiguiente una auténtica respiración cutánea. Tal es el caso, por ejemplo de algunos pseudocelomados, como los rotíferos.

En los restantes metazoos aparecen los aparatos respiratorios especiales, ya que los tegumentos no son lo bastante permeables para permitir un suficiente intercambio gaseoso.

Los órganos respiratorios típicos de los animales marinos son las bránquias, que en un aspecto general, común a los diversos grupos zoológicos, consisten en porciones de los tegumentos, de forma laminar, filiforme o ramificada, en los que una atenuación de su espesor permite o facilita el intercambio gaseoso.

Como decimos, estas porciones de los tegumentos aumentan su superficie haciéndose foliáceos, filamentosos, pectinados, ramificados de diversa forma y grado; y además se vascularizan de forma muy intensa, para facilitar el más rápido intercambio entre el medio y la sangre, del oxígeno y del anhídrido carbónico.

Las porciones tegumentarias que se transforman en bránquias pueden corresponder a muy diversas partes del cuerpo, como veremos más adelante.

En los anélidos poliquetos, las bránquias pueden ser de dos tipos. En los sedentarios —y frecuentemente tubícolas—, las bránquias son filamentosas, como las de *Terebella* (fig. 74), que se desarrollan en forma ramificada en la región anterior del cuerpo; o las de *Arenicola*, dependientes de la región media del cuerpo. En *Sabella*, las bránquias, extendidas en forma de abanico, están situadas en la región cefálica, como en *Spirographis*, en el que, con forma de espiral, están también en la región anterior del cuerpo.

En los anélidos errantes las bránquias son expansiones laminares o ramificadas, dependientes de los parapodos de los anillos del cuerpo, por cuyo dorso se extienden, como por ejemplo en *Eunice* (fig. 75) y en los correspondientes a las porciones media y posterior del cuerpo.

En los crustáceos, las bránquias son apéndices laminares o filiformes ramificados, que dependen del sistema apendicular del animal.

En los crustáceos inferiores, los entomostílicos en general, las bránquias, que son foliáceas, dependen de las diferentes clases de patas (cefálicas, torácicas o abdominales), estando al descubierto, sin protección alguna.

En los crustáceos superiores, los malacostráceos, las bránquias, dependientes también de determinados apéndices cefalotorácicos, están en cambio protegidas, yaciendo en el interior de verdaderas cámaras branquiales, a través de las que circula el agua, impulsada por el movimiento de los mismos u otros apéndices de los que dependen.

En estos crustáceos pueden existir diversas clases de bránquias en dependencia de su situación y origen. En un decápodo macrúro como la langosta (*Palinurus*), el bogavante (*Homarus*), el maganto (*Nephrops*), etc., las bránquias pueden ser las siguientes: Hasta seis pares de podobránquias, insertas al artejo basilar de los apéndices cefalotorácicos; hasta once artrobránquias, dependientes de las membranas articulares existentes en la unión de los apéndices del cefalotórax con el tronco; hasta tres pares de pleurobránquias, dependientes de la propia pared del cuerpo, y de los que dos de ellas, suelen ser rudimentarias.

Entre los escarificados arácnidos marinos existentes, los arcaicos xifosuros, los Léma-

las, mal llamados escangrejos cacerías, puesto que no son tales escangrejos, tienen también respiración branquial, consistiendo las bránquias en expansiones laminares dependientes de las patas abdominales, que cumplen simultáneamente una misión locomotora en la natación.

En los moluscos, las bránquias están frecuentemente situadas, como en los crustáceos, en el seno de una cavidad que las protege, siendo ésta la llamada cavidad paleal, formada por la unión de los bordes del manto comunicándose con el exterior por diversos procedimientos pero frecuentemente por la existencia de tubos denominados sifones por los que entra y sale el agua.

En los anfineuros, las bránquias pueden faltar, pero suele existir un par de ellas, en el extremo posterior del cuerpo, entre el manto y el pie, dentro de una verdadera cavidad paleal.

Cada bránquia tiene la forma de una banda más o menos extensa, a veces extendida en un verdadero círculo por toda la cavidad paleal, y estando constituida por una serie muy numerosa de laminillas branquiales.

En los gasterópodos, las bránquias o ctenidios están situadas en la cavidad paleal. Pueden tener distinta situación. Cuando están colocadas delante del saco visceral —en cuyo caso son dos y simétricas con relación al plano sagital—, los gasterópodos reciben el nombre de probránquios. Cuando están situadas detrás del saco visceral, en cuyo caso sólo hay una, reciben el nombre de opistobránquios siendo entonces mucho menor la cavidad paleal.

En los gasterópodos, las láminas branquiales pueden ser pectinadas (pectinobránquias), o en forma de escudo (aspidobránquias).

En los lemelibránquios, como su nombre indica, las bránquias son laminares. Están, en número de dos pares a cada lado del pie (fig. 79) entre éste y el manto, en la cavidad paleal. Cada lámina está formada por numerosos filamentos cilíndricos verticales y longitudinales, determinándose la corriente del agua por la acción de los círcos. Entre los filamentos branquiales existen numerosos orificios que comunican a la cavidad paleal con el interior de las bránquias. La cavidad paleal se comunica con el exterior por me-

dio de dos sifones, frecuentemente muy extensibles. Por uno de ellos, el branquial, entra el agua en la cavidad, saliendo por el otro, denominado cloacal.

En los cefalópodos las bránquias son laminares y pectinadas, existiendo en número de un par, que está colocado en la cavidad paleal, en la región ventral, por delante del saco de la tinta (fig. 78).

En los procordados cefalocordados (*Asphixurus*), como ya ocurrirá en el resto de la escala zoológica (urocordados y vertebrados), las bránquias —como también los pulmones—, son dependencias de la porción anterior del tubo digestivo, y frecuentemente de la región buco-faríngea.

En los cefalocordados, las bránquias están situadas en la región faríngea, que recibe el nombre por ello de faringe branquial.

Las paredes de la faringe (fig. 76), están perforadas por las aberturas branquiales, que comunican a la cavidad faríngea o branquial con otra exterior a ella denominada atrial, la que a su vez lo hace con el exterior por una pequeña abertura, el atríoporo, situado por delante del ano, en la línea media ventral del cuerpo. Las aberturas branquiales están separadas por tabiques de dos tipos: los septos, que son interbranquiales y verticales y las lengüetas, que son intrabranquiales y horizontales. En conjunto forman una tupidísima malla, una especie de cestillo branquial, que a la función respiratoria une la de filtro para el alimento, puesto que estos animales se alimentan de plancton o de detritos en suspensión en el agua.

En los urocordados (fig. 77), existe una amplísima faringe branquial, que comunica por el exterior por el llamado sifón oral. Sus paredes están profusamente perforadas por las aberturas branquiales, lo mismo que en los cefalocordados, comunicando a la faringe branquial con una cavidad atrial o peribranquial, que lo hace a su vez con el exterior, por un sifón cloacal. Lo mismo que en los cefalocordados, el cestillo branquial cumple una misión de filtración del agua para retener el alimento.

En los peces (figs. 67 y 80), como en los procordados, las bránquias son formaciones dependientes de la región buco-faríngea. Son de tipo laminar, pues incluso en los lofobranquios (caballitos de mar),

de aspecto aparentemente filamentosos, son también laminares.

Su organización es la siguiente: Se llama *lofobranquia* al conjunto de láminas branquiales que se insertan en cada tabique branquial, a cada lado del mismo. La lámina branquial correspondiente a cada lado constituye una *hemibranquia*. Las aberturas branquiales, separadas por los tabiques interbranquiales, ponen en comunicación a la cavidad buco-faríngea con el exterior, a través de las paredes laterales de la cabeza, existiendo por consiguiente una serie de aberturas branquiales internas y otra de ellas externas. Estas suelen estar cerradas por láminas tegumentarias, independientes por ejemplo en el caso de los elasmobranquios, pero que en el caso de los teleostomos son sólo una, la primera, que dotada de un esqueleto especial se ha extendido sobre todas las restantes aberturas, dando la falsa apariencia de que no hay más que una.

Las bránquias están soportadas, con sus tabiques interbranquiales correspondientes, por un esqueleto especial, el esqueleto branquial o visceral, formado por los llamados *arcos branquiales* y en algunos casos también por el *chondro*.

Como es natural, el primero y último arco branquial sólo llevan una hemibranquia, la posterior el primero y la anterior el último. La primera hemibranquia puede corresponder al arco hioideo, como ocurre por ejemplo en los ganoides (esturión), en los que la hemibranquia hioidea es funcional, siendo sin embargo lo normal, que corresponda al primer arco branquial en su porción posterior. En el caso del esturión recibe el nombre de *pseudobranquia hioidea*.

En los ciclostomos, el número de cámaras branquiales y por tanto el de aberturas branquiales internas y externas (que pueden no corresponderse en número), oscila entre seis y catorce, pudiendo ser también diferente el de ellas del lado derecho y del izquierdo.

En los elasmobranquios, el número de aberturas branquiales y por lo tanto el de bránquias es normalmente de cinco, pero puede ser excepcionalmente de seis (*Hexanchus*), o de siete (*Heptanchius*).

En los teleostomos el número de bránquias no pasa nunca de cinco, pudiendo reducirse a cuatro, y como consecuencia de la extensión del opérculo correspon-

diente a las primeras, que posee un esqueleto propio y muy desarrollado, sobre las restantes, se da externamente la impresión de no haber más que una sola abertura branquial.

LOS SERES MARINOS DE RESPIRACIÓN AÉREA O PULMONAR.

Son, como hemos dicho anteriormente los reptiles marinos (muy escasos), los mamíferos marinos (cetáceos y pinnípedos) y las aves que viven en el mar.

Salvo en el caso de los reptiles, que como decimos, son de mínima importancia en cuanto a su número, la respiración aérea o pulmonar, corresponde a aquellos animales que tienen sangre caliente, a los homótermos, en los que las necesidades de oxígeno son máximas.

No hay modificaciones en cuanto al aparato respiratorio o ventilatorio pulmonar se refiere, ni en los pinnípedos, ni en las aves marinas ni en los reptiles, que son los menos marinos de los vertebrados que habitan el mar, puesto que pueden y suelen vivir en tierra.

Las modificaciones afectan a los cetáceos, tan vinculados al medio acuático, que no pueden subsistir fuera del agua, habiendo adaptado completamente su morfología y su anatomía a este tipo de vida.

En primer lugar, para independizar a las vías respiratorias de la digestiva, existen válvulas especiales que cierran las aberturas nasales durante la inmersión. La epiglótis adopta la forma de un tubo, que comunica directamente a aquellas aberturas con la laringe.

Los pulmones son muy amplios y dilatables, permitiendo un gran almacenaje de aire en su interior. Una ballena puede permanecer, sin esfuerzo, media hora bajo el agua, sin renovar el aire de sus pulmones, y si hace falta, permanecer así

hasta una hora, lo que se facilita al parecer por una reducción de la actividad respiratoria celular durante las inmersiones. Al almacenamiento de gran cantidad de aire coadyuvan también la gran cantidad de sangre contenida en el sistema vascular y la presencia de gran cantidad de hemoglobina en los músculos.

Con el fin de facilitar la toma del aire para la respiración, sin que el animal tenga que salir mucho a la superficie, las aberturas nasales se han desplazado de su posición normal en los mamíferos — en la extremidad anterior del rostro —, pasando a la porción superior de la cabeza, donde se abren en la forma de unas aberturas, los espiráculos, que se cierran en la inmersión por medio de esfínteres y válvulas especiales. En los cetáceos mistacocetos (ballenas y rorcuales), los espiráculos son dos, pero en los odontocetos (cachalotes, delfines, calderones, etc.), sólo hay uno, por unión de las dos fosas nasales en una sola, lo que frecuentemente conduce a la producción de una enorme asimetría en la textura ósea craneal.

OTROS PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE RESPIRACION.

Aparte de la respiración branquial, de la pulmonar y de la cutánea, a las que ya nos hemos referido, existen algunos otros mecanismos para la respiración en los seres marinos.

Quizá sean los equinodermos los que muestran una mayor diversidad de procedimientos para la respiración, pues pueden ser considerados como tales su característico sistema acuífero, del que depende el ambulacral; las tráqueas dérmicas de asteroides y equinoides, los pulmones acuíferos de las holoturias y quizás también, los propios órganos de Cuvier de estos mismos animales.

CAPITULO XIII

LA «ESTACION» Y LA LOCOMOCION EN LOS SERES MARINOS

En los seres marinos, tanto en los animales como en los vegetales, se dan muy distintos tipos de «estaciones» y de locomoción, que como es lógico dependen de manera directa del tipo de vida que adoptan unos y otros, es decir, y como ya hemos indicado en capítulos anteriores, según se trate de seres pelágicos nadadores, simplemente flotantes, bentónicos fijos o bentónicos marchadores o nadadores.

VEGETALES:

En cuanto a las plantas marinas se refiere, las formas de «estación» y locomoción son muy reducidas en número. Por lo que concierne a las fanerógamas, su carácter de tales implica que se encuentren siempre fijas al fondo por sus raíces, y carentes por tanto, de movimientos de locomoción.

Lo mismo ocurre con las talófitas de determinados grupos, como las pluricelulares, entre las que muchas clorofíceas y la mayoría de las feofíceas y rodofíceas, están inmóviles en los fondos, sujetas a los mismos por sus falsas raíces o rizoides.

Aquellas algas que hacen vida pelágica, y carentes de movimientos propios, suelen presentar órganos especiales para la flotación, como ocurre por ejemplo con los sargazos (*Sargassum*) y con otra feofícea, el *Macrocystis pirifera* —el mayor vegetal y ser vivo conocido en cuanto a longitud se refiere, pues alcanza hasta 300 metros de longitud—, que están dotados de flotadores especiales, que los mantienen en superficie.

En los vegetales unicelulares (ver capítulo dedicado al fitoplancton), cuando hacen vida pelágica, lo que es frecuente, la «estación» —en este caso la flotación—, se obtiene por muy diversos procedimientos. En primer lugar, por el pequeño tamaño, que incrementa de tal modo la relación de fricción con el agua a peso

de las plantas, que impide su inmersión; además, por el aumento de la superficie relativa para un volumen y peso determinados, por la aparición de superficies laminares, pelos, prolongaciones, etcótera, supernumerarias, que extendidas horizontalmente, dificultan el hundimiento de estas plantas en el agua; finalmente por el descenso de la densidad, merced al acúmulo de gotas de grasa burbujas de aire, etc., etc., que aumentan consiguientemente la flotación.

En cuanto a la locomoción en las algas unicelulares, si bien es de muy pequeña capacidad, puesto que se trata de elementos planctónicos, se produce en el caso de los dinoflagelados, por la acción de los diminutos flagelos característicos de este grupo de seres.

ANIMALES:

En cuanto se refiere a los protozoos, frecuentemente pertenecientes al plancton, la flotación se verifica por los mismos procedimientos que en los vegetales unicelulares. Su densidad es muy similar a la del agua del mar, dado su enorme contenido en ella que poseen, lo que facilita la flotación; favorecen ésta, además, el pequeño tamaño, el aumento de la superficie relativa por la presencia de láminas, pelos, etc., etc., y el descenso de la densidad por la presencia de gotas de grasa, masas mucosas mezcladas con burbujas de aire, presencia de esqueletos muy ligeros por neumatinización, etc., etc.

La locomoción de los protozoos marinos se verifica por medio de los tres procedimientos clásicos en estos animales: por medio de pseudópodos en los rizópodos (foraminíferos y radiolarios), por la acción de cilios o pestañas vibrátiles en los infusorios, y por la de flagelos en los flagelados.

En los metazoos, que adoptan regímenes de vida diversos, la «estación» y la lo-

comoción se adaptan convenientemente a ellos.

En los animales bentónicos pueden existir diversos tipos de estaci6n. Para todos ellos, la flotabilidad no constituye un gran problema, ni siquiera para los que no est6n fijos al fondo y tienen una determinada capacidad de locomoci6n, bien sea nadadora bien marchadora, puesto que siendo m6nimas sus necesidades de movimientos y muy pr6xima su densidad a la del agua, la flotabilidad necesaria la obtienen por medio de un ligero esfuerzo muscular, como consecuencia de su propia din6mica.

Para los seres bent6nicos, que no viven de una u otra forma fijos al fondo, la falta de flotabilidad es incluso una ventaja, puesto que facilita su adhesibilidad a los soportes sumergidos, sobre los que han de apoyarse para verificar sus movimientos. Y en cuanto a aquellos escl6s —frecuentemente de tipo colonial—, que viven fijos de manera permanente (corales, madreporas, hidrozoarios, esponjas, etc.), como en el caso de las faner6gamas y de las algas fijas, los movimientos de locomoci6n son no s6lo innecesarios, sino imposibles.

En los seres bent6nicos, la estaci6n sobre el fondo determina, como ya vimos al tratar de las formas, la aparici6n de una serie de ellas caracteristicas y en determinados casos, de formaciones, aparatos o sistemas diferentes de fijaci6n, como las ventosas ventrales de los g6bidos y gobiosc6idos, el b6s (filamentos fijadores) de algunos moluscos como los mejillones, los tubos de diversa textura en los que se guarecen diversos gusanos, la extensi6n superficial de las formas como en los peces batiales (rayas, lenguados, etc.), o la modificaci6n de los ap6ndices que se hacen desmesuradamente largos, como en los pant6podos y algunos crust6ceos que viven sobre fangos pocos densos y que s6lo de esta forma pueden mantenerse sobre ellos sin hundirse.

En cuanto a los seres pel6gicos se refiere, los problemas de la flotaci6n se resuelven tambi6n de muy diversas maneras.

En algunos, como las colonias de sifon6foros (fig. 35), aparecen flotadores especiales, los hidrocaul6s, que en conjunto forman el nectosoma, del cual ecuelgas la colonia; en los moluscos ce-

fal6podos, cuya densidad es muy similar a la del agua, la flotabilidad se refuerza por la presencia de un esqueleto interno extraordinariamente neumatzado, la epulma de los calamaros o la charquillas de las jibias; en los peces es frecuente que la flotabilidad se obtenga solamente como efecto de la propulsi6n, pero no lo es menos, la presencia de un 6rgano hidroest6tico especial, la vejiga natatoria, que no s6lo ayuda a la flotabilidad, sino que permite que 6sta se produzca a niveles determinados voluntariamente. En algunos peces se dan tambi6n adaptaciones muy especiales para la flotabilidad, como ocurre, por ejemplo, con los de la familia de los tetrod6ntidos, que cuando quieren flotar inertes, inflan extraordinariamente su regi6n ventral, que adquiere la forma de una verdadera bola, d6ndose entonces la curiosa circunstancia de que al desplazarse a la regi6n dorsal el centro de gravedad, flotan invertidos, con el vientre hacia arriba y el dorso hacia abajo.

En los crust6ceos que hacen vida pel6gica no existen 6rganos especiales para la flotaci6n. Su densidad es muy pequena y pr6cticamente flotan. Unicamente se advierte, la adopci6n de una forma bastante laminar (como por ejemplo en el cangrejo pel6gico *Pilodius heustoni*), y un aplanamiento extraordinario de sus ap6ndices, que han de actuar como remos, pero que tambi6n aumentan la superficie horizontal del animal y favorecen por lo tanto su flotaci6n.

En los crust6ceos nadadores pero no pel6gicos (gambas, langostinos, camarones, etc.), etc.), la flotabilidad es s6lo ligeramente negativa y la flotaci6n se adquiere con s6lo un ligero esfuerzo muscular de propulsi6n.

En los mam6feros marinos, como en los peces carentes de vejiga natatoria, la densidad es solamente muy poco superior a la del agua, a lo que contribuyen la presencia de una enorme cantidad de grasa en el cuerpo —tanto en los m6sculos como en el esqueleto—, la neumatzaci6n de 6ste, la gran capacidad de acumulaci6n de aire en el sistema respiratorio, etc6tera, etc., y la flotabilidad positiva se obtiene con el esfuerzo propulsor.

Las aves marinas, finalmente, tienen flotabilidad positiva espont6neamente, por su esc6sima densidad debida a la presencia de una gran masa de plumas, a

la de no poca grasa en sus músculos, a la neummatización de su esqueleto y al gran volumen del aparato respiratorio, grandemente incrementado por la existencia de los sacos aéreos.

En lo que concierne a la locomoción, son también muy diversos los procedimientos que utilizan los seres marinos.

Como en el caso de los protozoos infusorios, la locomoción por medio de cilios o pestañas vibrátiles está muy generalizada, encontrándose lo mismo en seres adultos como único y típico procedimiento locomotivo, que en multitud de larvas de animales que, de adultos, adoptarán diferentes procedimientos de natación o progresión.

En los metazoos, las pestañas o cilios vibrátiles suelen agruparse formando bandas longitudinales o circulares, y en este caso, el movimiento de avance suele ir combinado con otro muy típico para determinados grupos animales, de rotación.

Se mueven por la acción de cilios los tenóforos, que poseen ocho bandas de los mismos, a lo largo de su cuerpo (fig. 82).

Son ejemplo de este grupo de animales el *Cinturón de Venus* (*Cestus veneris*), y los *efaroles de mar* (*Beroe*).

Los tubelariados, que se mueven con natación giratoria, lo hacen también por medio de cilios vibrátiles exclusivamente, como ocurre, por ejemplo, con *Thissinozoon*.

Son típicas también las coronas ciliares de los troquelmintos, cuya morfología es perfectamente similar con la de las larvas trocóforas de los anélidos y que por sus dimensiones diminutas y sus coronas ciliares, pueden ser confundidos también con verdaderos infusorios.

Y también se mueven por este procedimiento los rotíferos, que lo hacen girando, y a ello alude su nombre, bajo la acción de la corona ciliar situada en la región anterior del cuerpo.

Cumplen también misión locomotora los cilios vibrátiles de la región cefálica de los arquiannelidos (*Dinophyllus* por ejemplo).

Finalmente, tienen locomoción por medio de pestañas vibrátiles las siguientes larvas de diferentes animales:

Las de los espongiarios; las *Plánulas* y estados subsiguientes de los sifonóforos y tenóforos y las *ctenulas* de los tenóforos (fig. 83).

También se mueven de esta forma: las larvas trocóforas de los trocosarios (rotíferos, geríficos (sipuncúlidos y foronídeos), bricoarios, braquiópodos (fig. 84), anélidos y nemertinos; las *cifonútas* de los bricoarios, las *mitrarias* (fig. 81), de los anélidos, las *plidium* de los nemertinos (fig. 85) y las larvas de Müller de los tubelarios (fig. 87).

Algunos moluscos tienen también verdaderas larvas trocóforas, como algunos gasterópodos (las lapas) *Pañilla*, por ejemplo (fig. 86), y los *tscafópodos* (*Dentulum*).

Las larvas veliger de los lamelibranquios se mueven también por la acción de pestañas vibrátiles.

Las larvas de metazoos provistas de este tipo de locomoción no vuelven a presentarse en la escala zoológica hasta los equinodermos, puesto que carecen de ellas todos los artrópodos.

Tienen cilios vibrátiles locomotores las larvas biónarias y braquiolarias de las estrellas de mar; los pluteus y los *echinopluteus* (fig. 88), de los erizos de mar; los *ofiopluteus* de los ofiúridos, las *cariculas* de las holoturias y las inominadas de los crinoideos.

Muy similares a las larvas ciliadas de los equinodermos son las *eternarias* (fig. 89) de los enteropneustos (*Balanoglossus*).

En los metazoarios marinos adultos, los sistemas de locomoción pueden resumirse a un corto número de modalidades: la propulsión o reacción, la natación por ondulación, la reptación, y la marcha o la natación por la acción de apéndices especiales.

En procedimiento de natación por propulsión o reacción, si bien no es común a muchos grupos zoológicos, no deja de presentarse con alguna frecuencia, ni de adquirir en determinados casos notable perfección.

Consiste en general en el movimiento de avance o retroceso producido por la reacción ante la expulsión violenta y rápida de un chorro de agua.

Poseen este tipo de locomoción diversos grupos de animales, como los sifonóforos coloniales, que flotan colgados de sus neotomas y que avanzan por la contracción rítmica de determinados individuos huecos de la colonia, que expulsan el agua contenida en su interior y provocan el

consiguiente movimiento de reacción.

Tal ocurre, por ejemplo en las grandes *Physalids*, provistas de enormes flotadores.

De manera similar nadan las medusas, en las que la corriente de agua impulsora, es producida por los movimientos rítmicos de contracción del velo, situado en la cara interna de la umbrela.

También nadan por propulsión o reacción los táláceos (*Salpas* y *Pyrosomas*) (fig. 72), en los que las contracciones del cuerpo están provocadas por la existencia de unas bandas musculares circulares, que lo rodean, especialmente destinadas a este fin, y que hacen salir al agua contenida en las cavidades interiores, de forma violenta por el sifón cloacal.

El mismo procedimiento de locomoción por reacción lo utilizan algunos moluscos lamelibranquios como las vieiras (*Pecten*) y las samburifas y volandeiras (*Chlamis*) que provocan la rápida salida del agua contenida, entre sus valvas, por un rapidísimo abrir y cerrar de las mismas, lo que les permite deslizarse con facilidad y rapidez en no pequeños trayectos.

Son sin duda los moluscos cefalópodos los que poseen una capacidad de movimiento a erecciones más amplia y perfecta y los que mediante la misma nadan más hábil y rápidamente.

Como es sabido (fig. 76), el manto de estos animales tiene forma de bolsa, que se adhiere por la región dorsal al cuerpo del animal y queda libre en la región ventral, en una amplia abertura. El interior del saco o bolsa así formado constituye la cavidad paleal, en cuyo interior se encuentra el saco visceral, la bolsa de la tinta, las bránquias, etc.. La cavidad paleal comunica con el exterior, además de por la gran abertura que deja el manto, por un sifón situado en la región ventral del cuerpo, en la porción inferior de la región ventral de la cabeza, cuyo extremo queda un poco por fuera y encima, del límite superior o borde libre del manto.

Este borde libre puede adherirse íntima y perfectamente al cuerpo del animal, cerrando por completo a la cavidad paleal, existiendo en algunos casos, para mejor efectuar este cierre, unas formaciones especiales, como botones automáticos, situados en el borde del manto y en el cuerpo del animal.

El agua entra en la cavidad paleal por su abertura superior, al distenderse el manto y sale en parte por la misma y en parte por el sifón, cuando el animal permanece inmóvil. Cuando el animal quiere moverse, una vez llena de agua la cavidad paleal, cierra su abertura superior, se contrae violentamente y el agua, que no tiene otra salida que la del sifón, lo hace por ella en forma de chorro violento, que provoca el consiguiente movimiento de reacción que, dada la situación del sifón, es hacia atrás, extendiendo simultáneamente sus brazos y tentáculos en línea con el eje longitudinal del cuerpo, para ofrecer menos resistencia al rozamiento con el agua, al adoptar una forma más hidrodinámica.

Los movimientos de reptación los poseen en general los animales de cuerpo blando, que carecen de esqueleto interno o externo, o aquellos, que, como en los moluscos, la parte muscular del animal se mantiene independiente del esqueleto en cuanto a la locomoción se refiere.

Las contracciones y dilataciones del cuerpo están provocadas por la existencia de series de fibras musculares extendidas unas longitudinalmente a lo largo del cuerpo, otras en forma de bandas circulares, que permiten el alargamiento y acortamiento sucesivos del cuerpo, que de esta forma puede progresar bien sobre los fondos, bien nadando en ocasiones. Se trata en realidad de una forma más del movimiento ondulatorio, pero en la que, a diferencia de lo que ocurre con los animales provistos de esqueleto interno, además de la ondulación, se producen los alternativos cambios de longitud del animal.

Este es el procedimiento de progresión de los anélidos errantes por ejemplo, en los que además, como elemento coadyuvante a la progresión, como a la flotación, aparecen los parapódios o falsos apéndices que en número de un par por segmento del cuerpo, contribuyen muy eficazmente en la locomoción.

Por reptación se mueven muchos moluscos, no sólo los gasterópodos en que este es el típico procedimiento de andar, sino en los mismos lamelibranquios que se hunden en los fondos mediante las retracciones y dilataciones de su pie.

La natación por ondulaciones del cuerpo, cuando existe un esqueleto interno,

aunque en principio responda al mismo mecanismo que la reptación, presenta notables diferencias con ella. Es este procedimiento de natación el característico de los peces, los cetáceos y los cefalocordados, entre los que, sin embargo, también existen claras diferencias.

LA NATACION EN LOS PECES:

El cuerpo de los peces, como el de los cefalocordados, está constituido por una serie de segmentos musculares que se insertan en el esqueleto axial típico de esta serie de animales.

La presencia del esqueleto no permite el alargamiento y acortamiento del cuerpo, por lo que solamente pueden producirse movimientos del mismo de derecha a izquierda o viceversa. Estos movimientos están producidos por las contracciones progresivas de los segmentos musculares o miótomos. Cada miótomo se contrae a continuación de haberlo hecho el precedente del mismo lado, de forma que hay una onda de contracciones de uno de ellos, el derecho, por ejemplo, a la que sigue el mismo fenómeno en el flanco opuesto, con lo que el cuerpo se encorva alternativamente a cada lado. Estas contracciones se suceden sin interrupción, por lo que a lo largo del cuerpo se producen una serie de ondulaciones que lo recorren de cabeza a cola (figs. 90 y 91), ondulaciones cuya frecuencia varía de unas especies a otras, pudiendo ser por ejemplo, de 54 por minuto en *Scylliorhynchus*, la pintarroja, y hasta de 170 por minuto en la caballa (*Scomber scombrus*), lo que supone una velocidad de natación, de 29 centímetros por segundo en la primera especie y de 42,5 centímetros por segundo en la segunda.

En el curso de la ondulación, las diferentes partes del cuerpo del pez ofrecen, de esta forma, diferentes posiciones o frentes de ataques en relación con el agua, actuando de forma similar a como lo hacen las dos caras de un remo cuando éste se mueve desde la popa de un bote, en la acción llamada de esgarar, o lo que es lo mismo, como las palas de una hélice.

Como es natural, la mayor o menor velocidad de progresión depende del ángulo que forme en cada momento cada parte del cuerpo con el agua, (la inclina-

ción de la pala de la hélice), de la frecuencia de la ondulación y finalmente, de las características hidrodinámicas de la morfología.

La superficie del cuerpo de los peces, es decir, la de contacto con el agua, está aumentada por la presencia de una serie de expansiones laminares, las aletas, que son de dos tipos: las aletas impares (dorsal o dorsales, caudal y anal), extendidas en el plano sagital del cuerpo y las pares (pectorales o escapulares y ventrales o pelvianas), colocadas en planos perpendiculares al sagital.

Las aletas, aparte de su misión propulsora, ejercen principalmente la de timones estabilizadores. Las impares para mantener al pez derecho, sin inclinaciones de derecha a izquierda y viceversa. Las pares, que pueden también actuar como frenos, para mantenerlo a un nivel determinado o hacerlo ascender o descender, es decir, actuando como timones de profundidad. Intervienen muy poco en la propulsión y cuando lo hacen son capaces solamente de provocar lentos y pequeños movimientos.

Las aletas impares intervienen mas activamente en la propulsión, al aumentar notablemente la superficie activa de sus flancos y región caudal, y sobre todo, la aleta de esta región, que sirve de principal punto de apoyo para el pez sobre el agua, a fin de que su esfuerzo se traduzca en un movimiento de avance y no en un desplazamiento lateral.

Los experimentos de Gray, sobre la natación de los peces, demuestran que un 40 por 100 por lo menos de los efectos de propulsión, se deben a la acción de la aleta caudal.

La acción propulsora, es decir, la ondulación del cuerpo se ejerce principalmente en la región abdominal del pez, que es la más flexible, con mayor movilidad en sus miótomos, reduciéndose al acercarse a la región cefálica, que prácticamente no oscila, lo que también es una ventaja, puesto que de esta forma, la parte incisiva del pez en su deslizamiento a través del agua, se mantiene en posición constante, sin vaivenes que supondrían rozamientos suplementarios perjudiciales.

En los peces, la locomoción tiene por objeto solamente el provocar el avance hacia adelante, sin intervención en los cam-

bios de nivel, que se originan o por la acción de las aletas pares o por la presencia de órganos hidrostáticos como la vejiga natatoria. Por ello, los movimientos ondulatorios del cuerpo son laterales y no de arriba a abajo como más adelante veremos que ocurre con los cetáceos.

Los desplazamientos en profundidad, repetitivos, se producen pasivamente por la acción de la vejiga natatoria o activamente por la de las aletas pares, que ejercen el papel de timones de profundidad, similares a los de un submarino o de un avión.

LA NATACION EN LOS CETACEOS

Es muy parecida, en principio, a la de los peces. La forma de estos animales es también fusiforme, hidrodinámica, y la propulsión se verifica por ondulaciones alternativas del cuerpo y principalmente de la región caudal, cuya superficie está también ampliada por la existencia de una gran aleta caudal.

La estabilidad del cuerpo se produce, igualmente, por la existencia de aletas complementarias, que son las escapulares o pectorales con carácter permanente (las pelvianas o ventrales faltan siempre), y en determinados casos por una aleta dorsal.

La diferencia fundamental entre la natación de los cetáceos y la de los peces consiste en que en aquéllos los movimientos ondulatorios del cuerpo eran laterales, mientras que en éstos son de arriba a abajo y viceversa, para lo cual la aleta caudal está extendida horizontalmente.

Así como en los peces no era precisa una facilidad de desplazamientos en profundidad, en los cetáceos es imprescindible dada la necesidad ineludible que tienen de subir periódicamente a la superficie para respirar, volviendo a sumergirse a continuación. Puede decirse en términos generales o vulgares, que si los peces nadan deslizándose por el agua o a través del agua, los cetáceos lo hacen cabalgando sobre ella, con desplazamientos verticales del cuerpo, con lo que no hacen otra cosa que conservar el procedimiento de progresión típico de sus congéneres, los mamíferos terrestres.

La natación de los cetáceos, como la de los peces, precisa de esfuerzos musculares muy superiores a los que tendría

que realizar en el medio terrestre un animal de dimensiones semejantes, pese a que su cuerpo está especialmente diseñado para ofrecer la menor resistencia a la progresión en un medio tan denso como el agua. Los experimentos citados de Gray demuestran la diferencia extraordinaria existente entre los animales terrestres y los marinos, a estos efectos.

LA NATACION EN LOS PTNNIPEDOS

Es bastante similar a la de los cetáceos y peces, aunque su menor carácter marino implique la existencia de determinadas diferencias.

Se producen efectivamente movimientos ondulatorios del cuerpo, y verticales como en los cetáceos, a base principalmente de la región caudal, en la que sí no existe una auténtica aleta caudal, cumplen sus efectos las extremidades pelvianas, permanentemente dirigidas hacia atrás y extendidas horizontalmente en la forma de aletas.

Pero a la progresión por ondulaciones se une también, parcialmente, la originada por el batir de las extremidades escapulares, que en la forma de aletas actúan como remos, de la misma manera que lo hacen en el vuelo, las alas de las aves.

LA NATACION EN LAS AVES MARI-NAS

Las aves marinas tienen dos formas distintas de nadar. La más común y obvia a la acción de sus patas palmadas, que actúan como paletas en movimientos alternativos de delante a atrás, con la que consiguen solamente velocidades de progresión muy reducidas y la característica de las esfeniciformes (pingüinos y especies similares). Las auténticas aves marinas, que se debe no a la intervención de las patas —que en estas aves cumplen solamente la misión de timones—, sino a la de las alas, los auténticos órganos locomotores de este grupo de vertebrados.

En las esfeniciformes, las alas se han transformado en verdaderas aletas y la natación de los pingüinos es un verdadero vuelo acuático, en el que se verifica todo el complicado mecanismo del auténtico vuelo activo de las aves, con el que no hay más diferencias que las que, en

el medio acuático, el esfuerzo alar no precisa ser compartido entre la función de avance y la de sustentación —puesto que estas aves flotan espontáneamente—, y la de que siendo mucho más denso el medio acuático que el aéreo, las alas o esletas de los pinguinos son menores relativamente, en superficie, que las de un ave de igual volumen que tuviese que volar en la atmósfera.

LA LOCOMOCION DE LOS ANIMALES PROVISTOS DE ESQUELETO EX- TERNO

Cuando existe un exo o dermatoesqueleto, son imposibles las ondulaciones laterales o verticales del cuerpo y los procedimientos de locomoción han de ser distintos.

En los crustáceos, la progresión —bien sea la marcha sobre el fondo, bien sea la natación—, está producida por la acción de los apéndices con que cuentan (un par de ellos por segmento como norma general), y que se transforman, según especies o grupos, en órganos marchadores o nadadores.

Apéndices marchadores típicos son las patas torácicas de los decápodos como la langosta, el bogavante, los cangrejos, las nécoras y las centolias, por ejemplo (figura 41).

Apéndices nadadores son las antenas primeras de los copépodos, las patas abdominales de los decápodos macruros nadadores, como langostinos, gambas, quiquillas, etc., etc., que se ensanchan adoptando la forma de paletas, que se mueven muy rápidamente. En estos animales interviene también en la natación, cuando se precisan desplazamientos muy rápidos, la región caudal en pleno, batiendo el agua bruscamente de arriba a abajo, y con su superficie aumentada por la aleta caudal formada por el último par de apéndices bifurcados y ensanchados de la cola, unidos al telson, con la circunstan-

cia curiosa de que en este caso, el movimiento es hacia atrás, siendo frecuente que lo utilicen como medio de huida, en situaciones de peligro.

En los arácnidos marinos —que son muy escasos—, la progresión puede hacerse como en los crustáceos, bien en la forma de marcha por el fondo, como ocurre con los pantópodos de larguísima pata, especialmente alargadas para poder sustentar a estos animales sobre los blandísimos fangos abismales, bien en la de natación, aunque sea reducida, como sucede en los arcaicos xifosuros, los ecangrejos cacerolas en los que los apéndices abdominales están ampliamente ensanchados en forma de paletas.

En los equinodermos, provistos también de un exoesqueleto, son normalmente imposibles los movimientos de ondulación o de reptación, que no se dan más que en los holotúridos, aquellos en los que el esqueleto externo está menos desarrollado y no supone la presencia de un cuerpo rígido.

En los restantes equinodermos el procedimiento típico de progresión es la acción de su característico sistema ambulacral, consistente en la presencia de los numerosos pies ambulacrales, dispersos en series regulares en la cara ventral del animal y que funcionan por dilataciones o retracciones provocadas por la entrada en su interior del agua procedente del sistema acuífero propio de estos animales.

Algunos equinodermos, como los erizos tienen sistemas complementarios de locomoción, consistentes en la producida por el movimiento de sus espículas o púas, que si no pueden producir movimientos de desplazamiento muy considerables, prestan en cambio inestimables servicios para la restauración de la posición normal de estaci6n, cuando ésta se pierde, lo que es muy frecuente en estos animales, de forma casi completamente esférica, y sujetos a los movimientos del agua de manera muy directa.

CAPITULO XIV

LA REPRODUCCION DE LOS SERES MARINOS

Dada la enorme diversidad de seres que habitan en el mar, se dan en la reproducción de los mismos la casi totalidad de las modalidades de ella existentes para los reinos vegetal y animal.

Ya dijimos anteriormente que la reproducción tiene su origen como consecuencia de las funciones de la nutrición, en los seres unicelulares. Estos, que adoptan originariamente la forma esférica, por ser la que mayor relación de superficie a volumen tiene —y a través de esa superficie se verifican los intercambios nutritivos con el medio ambiente—, cuando aquella relación se reduce hasta un cierto límite —en el que la superficie de la esfera ya no basta para suplir los intercambios—, consigue la recuperación de la superficie necesaria dividiéndose, es decir, dando origen a la multiplicación o la reproducción.

En este tipo de división, multiplicación o reproducción, no intervienen para nada los sexos. Se trata de la primera manifestación de la reproducción asexual o vegetativa, que se mantiene después en multitud de seres, tanto unicelulares como pluricelulares, animales y vegetales, con diversas modificaciones, pero que en su forma originaria de simple división (bipartición, pluripartición o esporulación), perdura como procedimiento reproductivo típico de los animales y plantas unicelulares, aunque esto no obsta para que los mismos posean, también, una reproducción sexual en determinados casos.

La reproducción por esporulación la presentan por consiguiente la mayoría de los animales y las plantas unicelulares, siendo, sin embargo, más frecuente en las segundas que en los primeros.

La reproducción asexual o vegetativa puede presentarse también bajo la forma de escisiparidad. Es en realidad lo mismo que la esporulación de protozoos y protofitas, pero correspondiente a los

seres pluricelulares. Consiste en el fraccionamiento de un ser, al que sigue el proceso de regeneración, en cada una de las partes escindidas, del resto del organismo, hasta su total restauración. Se encuentra este procedimiento de reproducción en diversos grupos zoológicos. Determinadas estrellas de mar, por ejemplo, se parten en ciertas circunstancias, por la mitad, restaurándose una nueva estrella a partir de cada media. En otras ocasiones es solamente un brazo el que se desprende, regenerando la estrella el perdido, y éste todo lo que le falta para dar lugar a una estrella completa.

Por escisiparidad se reproducen no pocos vegetales marinos. El caso quizá más típico es el de los sargazos que, escindiéndose, son arrastrados por las corrientes atlánticas, que los acumulan en el mar de su nombre, y en el que continúan desarrollándose ininterrumpidamente gracias a este procedimiento de multiplicación.

La tercera modalidad de la reproducción vegetativa o asexual, la gemación, tiene abundantísima difusión en los seres marinos.

Consiste, como es sabido, en la formación de una eyema, a partir de un organismo preexistente, y en la forma de un acúmulo de células indiferenciadas que, posteriormente, dan lugar a un individuo similar al originario, al que puede permanecer unido permanentemente (caso de la formación de colonias), o del que puede separarse (caso de la formación de medusas). Es el procedimiento de reproducción típico de los celentéreos y de algunos procordados, participando de él también algunos anélidos que, por la aparición de yemas laterales en algunos de sus segmentos y gemación consiguiente sin separación posterior de los nuevos anillos formados, dan lugar a la extraña existencia de gusanos ramificados.

La reproducción sexual es, asimismo, comúnísima en los seres marinos, tanto

animales como vegetales. Se dan en ellos cuantas modalidades presenta este tipo de reproducción. La isogamia como la heterogamia, todos los casos posibles del hermafroditismo (proterándrico, proterogino y androgino), los de inversión sexual proterándrica y proterogina, la reproducción ovípara, la ovovivípara y la vivípara, etcétera, etc.

Y no faltan tampoco los casos de reproducción partenogenética, ni los de reproducción alternante y en diversas modalidades, como la heterogámica de los rotíferos y la metagénesis típica de Salpas, hidrónidos y escifónidos.

Son frecuentísimas las más variadas formas de la metamorfosis, que expondremos en cada caso, cuando se consideren de interés, al tratar, uno por uno, los diferentes grupos de animales y vegetales en cuanto a su reproducción se refiere.

VEGETALES

TALOFITAS

Las cianofíceas o algas azules se reproducen por división directa cuando se trata de células aisladas y por células especiales móviles denominadas hormogonios, cuando se trata de formas coloniales. En ambos casos existe también reproducción por esporas, que pueden ser tanto inmóviles como móviles (zoosporas).

Las bacterias, generalmente unicelulares, se suelen dividir por simple bipartición, aunque sea también muy frecuente la esporulación endógena. En las formas filamentosas pluricelulares, la reproducción es llevada a cabo por medio de células móviles unas veces, inmóviles otras, denominadas egonidios.

Las algas flageladas se reproducen normalmente por bipartición directa, aunque puedan también darse casos de esporulación.

Las clorofíceas pueden ser unicelulares o pluricelulares. Se reproducen por escisión o división directa las unicelulares, que también pueden esporularse, bien con esporas inmóviles o con zoosporas móviles de 2, 4 ó 8 flagelos, esporas que son frecuentemente ovoides o piriformes.

La célula que se divide, denominada esporangio, experimenta sucesivas biparticiones, dando lugar a 2, 4, 8, 16 y 32 células sucesivamente, cada una de las

cuales contiene una zoospora. Quedan éstas en libertad por germinación de la cubierta del esporangio. Pasada una fase de natación libre, se fijan al suelo, dando lugar a un nuevo talo.

En las clorofíceas hay también reproducción sexual, heterogámica en algunos casos, como en los de la existencia de diminutos anterozooides originados en anteridios; anterozooides móviles que se trasladan nadando para fecundar a una voluminosa oofera situada y originada en el interior de un arqueogonio.

En otros casos, en las clorofíceas filamentosas, hay reproducción isogámica por conjugación. En dos filamentos contiguos, dos células enfrentadas se transforman en gametos. Uno de ellos, el que se considera como masculino, pasa a fecundar al femenino, trasladándose hasta él por medio de un puente de comunicación que se produce al emitir la célula masculina una prolongación que alcanza a la femenina, uniéndose previamente ambos protoplasmas.

Las algas feofitas comprenden, como es sabido, a dos tipos diferentes, a las diatomáceas y a las feofíceas. Las diatomáceas se reproducen por bipartición, pero con una modalidad muy curiosa. Es sabido que su esqueleto silíceo está constituido por dos valvas, que forman como una caja, en la que una de las partes está embutida en la otra como el cuerpo y la tapa de una caja. Cuando la diatomácea se va a reproducir, se separan ambas valvas y cada una de ellas, con su correspondiente contenido protoplásmico, da lugar a una nueva célula regenerando la media valva que le falta, pero siempre la menor o embutida. De esta forma se da lugar a dos series de células hijas en cada generación. Una que mantiene el tamaño originario —la producida a partir de la valva que hacía de tapa—, y otra de tamaño progresivamente decreciente, puesto que la nueva valva será menor que la originaria, al actuar la que era caja en la célula madre, de tapa en la célula hija. Por sucesivas reducciones del tamaño se llegará a un límite mínimo, en el que antes de verificarse la división se desprenden totalmente las dos valvas, la diatomácea recupera, sin esqueleto, su volumen originario y entonces aparece un nuevo esqueleto completo. Esta fase es la que se denomina de auxosporia.

Las feofíceas son pluricelulares y pueden multiplicarse por escispicidad. Fragmentos separados de un talo pueden originar uno nuevo, como ocurre, por ejemplo, en los sargazos. Los talos de los que se desprendieron los fragmentos, reconstruyen la parte escindida. Los fragmentos desprendidos reciben el nombre de esporangios.

Hay también reproducción sexual. En la superficie del talo aparecen pequeñas rugosidades que contienen anteridios, arquegonios y esporangios.

Los anteridios están colocados en mechones de filamentos piliformes, que por tabicaciones horizontales y verticales dan lugar a la formación de los anteroides redondos u ovales, transparentes, y móviles por medio de cilios o flagelos.

Las oóferas son mayores, ovoides e inmóviles.

Las esporas se producen en esporangios especiales, llamados tetrasporangios. Las cuatro esporas pueden aparecer dispuestas en posición cruzada o tetraédrica. En cualquiera de los casos, cuando están maduras, quedan en libertad por gelificación de las paredes del esporangio.

Las feofíceas pueden ser monoicas o dioicas, es decir presentar individuos solamente masculinos, solamente femeninos u otros provistos simultáneamente de anteridios y arquegonios, en el mismo talo.

Las rodofíceas son siempre pluricelulares y su reproducción puede ser sexual o asexual.

En la asexual, por esporulación, las esporas, de color rosado, son redondeadas, ovoides o piliformes, e inmóviles, estando desnudas. Se producen en el interior de esporangios que se rompen cuando las esporas están maduras, dejándolas en libertad, para ser arrastradas por el agua. Parece ser que cada esporangio contiene una sola espora en raras ocasiones, siendo lo normal que existan tetrasporas como en las feofíceas y con no menor frecuencia mayor número de esporas, en los llamados pluri-esporangios.

La reproducción sexual es muy especial. Los anteridios dan lugar a unos anteroides especiales, redondos, ovoides, hilinos, que en un principio son desnudos pero que posteriormente se proveen de prolongaciones membraceas que facilitan

su arrastre, puesto que carecen de movimientos propios. Los anteridios están colocados en el interior de cavidades especiales, donde pueden estar aislados o formando grupos más o menos numerosos.

Los arquegonios, cuyo conjunto forma el aparato tricospórico, se prolongan al exterior del talo por medio de un largo tubo, el tricogino permaneciendo el resto del órgano, embutido en la masa del alga. La célula masculina, arrastrada por el agua se pone en contacto con el extremo del tricogino, al cual se pega y por el canal del tubo, pasa el núcleo masculino a fecundar al femenino, originándose allí el embrión. El tricogino desaparece y a partir del embrión se produce una serie de filamentos esporíferos que reciben el nombre de gonimoblastos, que afloran a la superficie del talo, dando lugar a una serie de esporas denominadas ecarposporas.

FANEROGAMAS.

Son muy pocas, como es sabido, las fanerogamas marinas, perteneciendo exclusivamente al orden de las nayadáceas. La reproducción, como en las fanerogamas es sexual.

En la tribu de las nayadáceas, a la que pertenece *Cymodocea*, las flores son unisexuales y dioicas.

En la tribu de las potamogetonáceas, a la que pertenecen *Ruppia* y *Posidonia*, las flores son hermafroditas.

En la tribu de las zostéreas a la que pertenece *Zostera*, las flores son unisexuales, pero dioicas.

ANIMALES

PROTOZOOS.

Los rinópodos marinos son, como es sabido, los foraminíferos y los radiolarios. En los foraminíferos se dan tanto la reproducción sexual como la asexual. En los monotálamos (caparazón con una sola cámara), la reproducción es asexual, por bipartición. En los politálamos (caparazón con muchas cámaras), hay reproducción sexual y asexual. La asexual es por biparticiones sucesivas, dándose lugar a nuevos individuos que quedan en libertad por rotura del caparazón de la madre.

La reproducción sexual se produce por gametos móviles, denominados zoosporas

que se originan en individuos de procedencia asexual y que dan lugar a un huevo o cigoto del que se derivará el nuevo ser.

Los radiolarios se reproducen asexualmente, por bipartición, sólo en muy contados casos, siendo lo normal la esporulación, que tiene lugar en el interior de la cápsula silicea que envuelve al individuo. Las esporas están dotadas de uno o dos flagelos.

Los flagelados se reproducen, en general, sexual y asexualmente. Asexualmente por bipartición o esporulación. Sexualmente por una conjugación que precede siempre a una esporulación. Hay por lo tanto un cierto grado de generación alternante.

Existen algunos esporozoarios marinos parásitos de otros animales, como por ejemplo *Klossia*, un coccidio parásito del tubo digestivo de la jibia y del pulpo. Su reproducción, como es clásico, es por esporulación, alternada con aparición de gametos, fecundación y formación de huevo o cigoto, al que sigue una nueva fase esporulada.

Entre los cnidoparásitos hay también parásitos de peces marinos, como *Myxidium*, que vive en las aguias mulas (*Synbranchia*) y en los cabrachos (*Scorpaena*). Su reproducción es por esporas originadas en esporoblastos.

Los infusorios se reproducen por división directa libre o dentro de quistes, división que puede suceder a un fenómeno de conjugación, típico de este grupo animal.

METAZOOS

ESFONGARIOS.

En las esponjas se encuentran formas de reproducción sexual y asexual. La segunda es frecuentemente por gemación, que da lugar a formación de colonias. Se dan también casos de escispicidad.

La reproducción sexual se produce por gametos originados en el mesodermo de estos animales. Del huevo producido por la unión de los gametos, cuyo desarrollo es notable en el caso de las calcioesponjas, por producirse una invaginación inversa a lo normal en el resto de los animales, se origina una blástula y posteriormente una gástrula, que dan origen a la

larva cilada que, tras una fase de natación libre, se fijará al fondo, para originar la nueva esponja.

En las esponjas no calcáreas la invaginación gástrula es normal, pero la larva es maciza, no hueca, recibiendo por ello el nombre de peritrematula, que está provista, para su locomoción, de pestañas vibrátiles.

CELENTEREOS.

Son quizá los animales en los que se encuentra mayor número de modalidades reproductoras.

En los hidroscaarios caliptoblastos —Obe-
ta por ejemplo—, hay generación alternante. La medusa está dotada de órganos genitales distribuidos por los canales radiales. Las medusas son unisexuales y sueltan al exterior sus gérmenes, verificándose la fecundación en el agua. La larva cilada, recibe el nombre de plánula; después de hacer vida libre se fija a un soporte y da origen a un individuo denominado hidra que es el primero de la colonia. De él, y por gemación, nacen sucesivos individuos que constituirán la colonia. En determinados de ellos, los gonozooides, se producirán, por escisión, nuevas medusas libres que comenzarán el ciclo.

En algunos hidroides, que tienen representantes marinos como *Prothodra leucosticta*, la reproducción es por gemación y por órganos sexuales, pero en ninguno de ambos casos se forman colonias, pues incluso los individuos originados por gemación, se separan del individuo madre para hacer vida aislada.

En los gimnoblastos se producen unas medusas especiales, las antomedusas, de grandes dimensiones, con un ocelo y carentes de estatoelastos, y con las gonadas situadas en la pared del manubrio.

Los traquilidos son una excepción en los celenteros, puesto que no existe la forma pólipa. No hay más que formas medusoides pelágicas, con reproducción sexual, por lo que tampoco hay generación alternante. En estas medusas, los órganos sexuales están situados tanto en los canales radiales como en las paredes del manubrio, recibiendo el nombre de nectomedusas.

En los escifozoarios es frecuente que domine la forma sésil de pólipo, reproduciéndose sin aparición de medusas (An-

tozoarios), aunque la forma medusa puede existir sin embargo (Acalefos), en los que la forma pólipo o mejor dicho epilpoides es solamente el estado larvario.

En los acalefos, los sexos están separados y la masas sexuales situadas en el ectodermo de la cavidad gástrica. Los gérmenes femeninos salen al exterior de la misma y son fecundados en el agua. Se origina una larva plánula, ciliada, que se fija al fondo y adopta una forma sólo ligeramente semejante a la de un pólipo y que recibe el nombre de escifistoma (figura 93), en la que pronto se inicia una producción ininterrumpida de medusas, por divisiones sucesivas de abajo arriba del escifistoma, de tal forma, que éste aparece como una serie de medusas embutidas las unas en las otras y tanto más perfectas cuanto más próximas están al ápice, del que se desprenden al estar perfectamente conformadas, para iniciar su vida libre.

En los antozoarios, los sexos también están normalmente separados y extendiéndose también la separación de sexos a las propias colonias. La larva es una plánula ciliada que se fija al fondo dando lugar a un pólipo, origen de la nueva colonia por gemaciones sucesivas.

Los tenóforos son hermafroditas; sus órganos genitales están situados en los canales radiales. La fecundación se produce en el agua, originándose larvas plánulas y cténulas (fig. 83), que nadan libremente antes de dar origen al individuo definitivo.

PLATELMINTOS.

Los turbelariados suelen ser hermafroditas proterándricos, existiendo testículos y ovarios bien definidos y un órgano copulador, al que llegan los canales deferentes. Los ovarios tienen también complicadas formaciones complementarias, como oviductos, órganos vitelógenos, un útero y un saco copulador. Los huevos salen reunidos en una gran masa de vitelo, originado en los órganos vitelógenos.

Del huevo nace una larva que, en el caso de los turbelariados policiados, es especial, la larva de Müller (fig. 87), característica por sus tentáculos.

Los nemertinos son normalmente unisexuales y poseen un aparato reproductor muy sencillo, con ovarios y testículos distribuidos regularmente por pares, a cada

lado del cuerpo, e intercalados entre los divertículos intestinales.

En algunas formas denominadas como esquizonemertinos, del huevo se origina una larva ciliada denominada ephidium (fig. 85), que hace vida libre durante un cierto tiempo antes de dar lugar al individuo adulto.

NEMATHELMINTOS.

Existen algunas formas marinas de nematodos, como *Nectonema*. Son parásitos de peces en su estado larvario y libres en el adulto, o no parásitos, haciendo siempre vida libre en el mar. Los sexos están separados. Los machos tienen un solo testículo, colocado en la región posterior del cuerpo y es largo y tubular, terminándose en una vesícula seminal, que se vierte en el recto por un canal eyaculador.

Los ovarios son dobles y están provistos de un largo canal ovárico, que se termina en un útero, en el que se verifica la fecundación y las primeras fases de la división del huevo. El útero comunica al exterior por un poro genital y a través de una vagina.

La larva se desarrolla primeramente en el agua y, posteriormente, en las formas parásitas, en el interior del huésped.

Los anguillulidos viven permanentemente libres, sin parasitar a otros animales, originándose entonces el adulto directamente a partir de la larva libre.

TROQUELMINTOS.

Los rotíferos son unisexuales, con dimorfismo sexual y presentan además particularidades notables, por cuanto en su ciclo reproductor hay fases partenogenéticas. Las hembras tienen ovarios simples o dobles, con un oviducto que desemboca en la cloaca. Los machos poseen un solo testículo, muy hipertrofiado.

La fecundación es interna y las hembras pueden poner dos clases de huevos. En determinada generación, los huevos que pone la hembra, los llamados huevos de veranos, son partenogenéticos, es decir, no están fecundados, por no existir machos. Estos huevos se desarrollan muy rápidamente y dan origen a nuevas generaciones sólo de hembras partenogenéticas. Pasado un cierto número de estas generaciones, aparece una en la que hay

machos y hembras. Los huevos fecundados de esta generación, los huevecillos de invierno son mucho mayores y tienen gran cantidad de vitelo. No se desarrollan hasta la primavera siguiente, dando lugar a nuevas hembras partenogenéticas.

EQUINORRINOS.

Es un grupo muy reducido, afín a los troquelminos y que se reduce prácticamente a *Echinodères*, semejante también a los nemalteminos.

Sólo se sabe de su reproducción que es sexual, con sexos separados y constituyendo las gonadas sacos laterales que se abren en poros cercanos al ano.

ANELIDOS.

Los arquiannelidos son unisexuales y del óvulo fecundado se produce una larva pelágica, muy semejante a una trocófora que, posteriormente, y por sucesivas segmentaciones, dará origen al individuo definitivo.

Los quetópodos tienen los sexos separados, aunque en cada uno de ellos no existan, en general, gonadas verdaderamente organizadas, produciéndose los gérmenes sexuales como proliferación de determinadas masas celulares del epitelio celómico.

Como consecuencia de la segmentación del huevo se origina una larva típica, la trocófora (fig. 94) dotada de coronas cilíndricas que le permiten una locomoción giratoria, que en algunos casos puede adoptar una forma algo diferente, denominada emitraria (fig. 81).

Los anélidos presentan también reproducción asexual. Cada fragmento en que se divide el animal, es capaz de regenerar el resto. En determinadas ocasiones puede haber una gemación lateral, dando lugar a formas ramificadas y, finalmente, puede darse el caso de una escisión especial, combinada con alternancia de generaciones. Un individuo de origen asexual produce anillos sexuados en su extremo caudal, que pueden ser machos o hembras. El primer anillo de carácter sexual se diferencia en una cabeza que, por gemación, produce nuevos anillos asexuados. Los últimos de éstos vuelven a transformarse en sexuados, de los que el primero origina una nueva cabeza. Se forma así una cadena de individuos, solda-

dos por la cabeza a la cola de los anteriores, que posteriormente se separan unos de otros.

Los anélidos pelagéticos marinos son unisexuales.

VERMÍDEOS.

Los gefíreos tienen reproducción sexual, y del huevo nace una larva trocófora, libre y ciliada, muy parecida a la de los anélidos.

Los foronídeos son hermafroditas. Óvulos y espermatozoides se desarrollan en la región estomacal. El óvulo, una vez fecundado, da lugar a una larva especial, la actinotroca, libre y ciliada, con lóbulos tentaculares, que posteriormente se fija al fondo, y tras una metamorfosis complicada, da lugar al animal definitivo.

Los brisocarios son también hermafroditas. La larva es libre, nadando durante un cierto tiempo y poseyendo un disco adhesivo, por el que posteriormente se fija al fondo. Hay una metamorfosis complicada. Los órganos internos de la larva desaparecen por histólisis, quedando reducida a una especie de pólipos que, por gemación, origina la colonia. Determinados elementos de la misma, los sovicelos y eociclos dan origen a los gérmenes sexuales que producirán nuevas larvas.

Los braquiópodos tienen reproducción sexual, con sexos separados. Las gonadas son pares y muy semejantes las de ambos sexos. No hay particularidades especiales en su desarrollo.

QUETOGNATOS.

Son hermafroditas. Los ovarios son largos y están alojados a lo largo del cuerpo, comunicando con el exterior por un oviducto abierto cerca del ano. Los testículos, muy grandes, están en la región caudal y poseen un canal deferente que se ensancha en su extremo, para formar una vesícula seminal. La fecundación es interna.

ARTROPODOS.

En los crustáceos la reproducción es complicada, puesto que en su desarrollo experimentan un largo proceso de metamorfosis, en el que se suceden numerosas fases larvarias y mudas, de las que las primeras, tienen una morfología y características muy diversas. En los casos de mayor complicación, que se dan normal-

mente en los decápodos (langostas, bogavantes, etc.), estos estados larvarios son los siguientes:

Nauplio (fig. 64-A). Es el primer estado larvario. No hay segmentación. Hay un ojo central y tres pares de apéndices solamente, todos de misión natatoria y que corresponden a las anténulas, las antenas bifurcadas y las mandíbulas, también bifurcadas.

Metanauplio. Muy semejante a la larva anterior, de la que se diferencia por la aparición de los esbozos de cuatro pares más de apéndices, y de tubérculos mandibulares.

Protozoea (fig. 65, B). Se inicia la separación de regiones en el cuerpo, por aparición del pericón o cefalotórax.

Las anténulas, antenas y los dos primeros pares de maxilípedos son de carácter locomotor, natatorio. Se inicia la formación de los pedúnculos oculares y la segmentación del abdomen, cuyo extremo posterior está bifurcado.

Zoea (fig. 64, C). Los pedúnculos oculares se hacen móviles. El cefalotórax cambia de forma, presentando un característico apéndice frontal largo y agudo. Se inicia la formación del tercer maxilípodo y de los pereópodos. El abdomen, francamente segmentado, presenta esbozos de los correspondientes apéndices o urópodos.

Mysis (fig. 64, D). Las anténulas y antenas adquieren su forma definitiva. Los apéndices tienen ya su exopodito correspondiente. Los pereópodos tienen forma locomotora nadadora y el rostro, menor que en la zoea, está ya bien conformado.

La fase de *mysis* es la última larvaria, comenzando entonces la postlarvaria, aún no definitiva. Para adquirir ésta, los pereópodos pierden su función nadadora, que se transmite a los pleópodos o urópodos y los exopoditos de los pereópodos se reducen o desaparecen.

La duración del período prelarvario, del larvario y del postlarvario puede ser muy larga. En los decápodos es de unos seis a ocho meses, pudiendo ser hasta de un año en el bogavante (*Homarus*).

En estos casos de desarrollo muy largo, lo es también el prelarvario intraovular, naciendo las larvas ya en estados muy avanzados, de *mysis*, como ocurre por ejemplo en el citado bogavante.

En éstos, como en la langosta, la forma de *mysis* es muy deprimida, provista de larguísimo y plumoso apéndice, recibiendo entonces el nombre de *efloecomas* (fig. 45), en el que pasan mucho tiempo, experimentando numerosas mudas, hasta una docena de ellas, antes de pasar a un nuevo estado postlarvario, el de puerulus, que es una larva nadadora muy semejante por su forma a los adultos y que en las cigalas o escantiaguifios (*Scyllarus*) recibe el nombre de *nisto* y el de *pseudobaco* en *Scyllarides*. En los decápodos braquiuros, marchadores, la forma postlarvaria correspondiente al puerulus, ya muy semejante al adulto, recibe el nombre de *megalopa* (Fig. 96).

En los estomatópodos como las galeras (*Squilla*), hay dos formas larvarias especiales, la erio y la alima. En la primera las regiones anteriores del cuerpo están recubiertas por un caparazón, con una larga punta frontal y tres posteriores.

Dado el exoesqueleto existente en los crustáceos, los pasos de una fase larvaria a otra y el crecimiento dentro de cada una, se verifican por medio de mudas, en cada una de las cuales se abandona el anterior caparazón para formar posteriormente el nuevo, antes de lo cual, se cambia la forma y se aumenta el volumen, con lo que el crecimiento, como es general en los artrópodos con exoesqueleto, se verifica a saltos.

Los sexos en los crustáceos, son normalmente diferentes, aunque no faltan casos de hermafroditismo, como ocurre en los cirrípedos (percebes), en los que, además, existen unos individuos de talla muy reducida, que viven como parásitos de los normales, degenerados por la vida parasitaria y que son los llamados machos enanos o complementarios.

Los arácnidos marinos se reducen, como es sabido, a los arcaicos xifosuros, los escarrajeros cacerolas (*Limulus*). Son unisexuales. Los embriones salen del huevo en forma de una larva que recuerda mucho por su morfología a la de los extintos crustáceos *Trilobites*. Están dotadas de un caparazón cefalotórácico y de un abdomen segmentado. Posteriormente se pierde la segmentación abdominal, aparecen los urópodos foliáceos nadadores y el largo apéndice caudal.

Los pantiópodos, afines a los arácnidos, tienen los sexos separados. En su desarro-

llo pasan por una fase de larva caracterizada por la presencia de sólo tres pares de patas.

MOLUSCOS.

Los anfiseuros son en general unisexuales, aunque un pequeño grupo, los neoménidos, sean hermafroditas. La fecundación se produce fuera del animal y del huevo nace una larva con aspecto de trocófora que recibe el nombre de *prototrocas*.

Los gasterópodos tienen un desarrollo larviano que consta de dos fases: una primera, trocófora (fig. 86), con una corona ciliar en forma de apéndice foliado y otra, posterior, en la que este apéndice se hace mucho mayor y que recibe el nombre de veliger (fig. 97).

Los prosobránquios (aspidobránquios y pectinibránquios) tienen los sexos separados. Los opistobránquios en cambio (tectibránquios y nudibránquios), son hermafroditas.

Los escafópodos tienen los sexos separados y las fases larvianas son las comunes en los moluscos, es decir, una trocófora seguida de una veliger.

En los lamelibránquios los sexos pueden estar separados (*Mytilus* por ejemplo) o existir individuos hermafroditas, como ocurre con las vieiras (*Pecten*), en las que el ovario y el testículo están contiguos, reconociéndoseles muy fácilmente por sus colores rojo y blanco respectivamente.

Las fases larvianas son las habituales: una trocófora y una veliger. En la primera se manifiesta en seguida, como en los restantes moluscos, la protuberancia correspondiente al esbozo del pie, por debajo de la boca, y en el polo opuesto, la hendidura que dará origen a la glándula de la concha.

Los cefalópodos difieren profundamente de los restantes moluscos en cuanto se refiere a la reproducción.

Todos ellos son unisexuales, con presencia de caracteres sexuales secundarios y dimorfismo sexual correspondiente. En los machos, el brazo ventral izquierdo, denominado *ectocotilo* está modificado para la función reproductora. Su mitad inferior carece de ventosas o las tiene muy pequeñas y escasas. En las hembras, la membrana prebucal está recubierta de papilas y la contenida entre los dos brazos ventrales, que en los machos suele ser

lisa, escotada y sin tubérculos, está provista de dos de ellos, grandes, que recubren el espacio comprendido entre el labio y el bulbo.

En la jibia (*Sepia officinalis*), por ejemplo, el ovario, colocado en la parte anterior del saco visceral, está lleno de huevos sostenidos por un delgado folículo. Cuando quedan en libertad al estar maduros, por rotura de los folículos, pasan la cavidad ovárica y son expulsados por un oviducto impar, pero antes de salir a la cavidad paleal, reciben la secreción de unas glándulas especiales las llamadas *nidamentarias* que en número de dos pares (principales y accesorias) existen en estos animales.

La secreción de estas glándulas recubre a los huevos con una capa elástica como de caucho, provista de un cordoncillo, por medio del cual la madre los cuelga de ramitas sumergidas formando grandes racimos.

El testículo es ovoideo y grande y ocupa una posición similar a la de los ovarios. Los gérmenes masculinos, recogidos en un espermiducto son llevado a la vesícula seminal y a la próstata, recubriéndose de una vaina resistente y formando un *espermátforo*. Varios *espermátforos*, reunidos paralelamente, constituyen un *espermisaco* que pasa a la cavidad paleal y después, por el sifón, al exterior. En ese momento son recogidos por el brazo copulador o *ectocotilo*, que los introduce en la cavidad paleal de la hembra, para verificar la fecundación, previa la rotura de *espermisacos* y *espermátforos*, para dejar en libertad a los *espermatozoides*.

En algunas especies, cuando el *ectocotilo* ha recogido a los *espermatozoides*, se desprende del cuerpo y nada libremente hasta encontrar una hembra que lo recoge con sus brazos y lo introduce en su cavidad paleal para provocar su fecundación.

El desarrollo embrionario es complicado pero carente de verdaderas fases larvianas, puesto que dotados los huevos de abundantísimo vitelo nutritivo, cuando se produce la eclosión del huevo, los individuos tienen casi perfecta la forma definitiva.

EQUINODERMOS.

Los *asteroideos* son unisexuales, aunque no existen manifestaciones de dimorfis-

mo sexual, siendo asimismo difícil distinguir a los órganos sexuales masculinos de los femeninos. Hay un par de gonadas por cada radio, de forma ramosa, que se abren al exterior por los poros genitales colocados en la base de los radios o brazos.

La fecundación es externa y de los huevos, muy numerosos y pequeños se producen unas larvas que, curiosamente tienen simetría bilateral, no radiada, recibiendo el nombre de bípinnarias, con brazos y coronas ciliadas.

De esta larva se origina posteriormente otra, la braquiolaria, también de simetría bilateral, a partir de la que, y por una metamorfosis complicada, se organizará el animal definitivo.

Los equinoideos tienen también los sexos separados, distinguiéndose testículos y ovarios solamente por su color, blanco en los primeros y rojo en los segundos. Los poros genitales se abren al extremo de cada radio, en la región aboral, rodeando al ano. Hay cinco pares de glándulas genitales. Los huevos, que son muy voluminosos, se prestan extraordinariamente para las experiencias de partenogénesis experimental. Su desarrollo es muy curioso. Cuando se ha formado la gástrula, que es ciliada, aparecen en ella dos largas espículas trirradiadas subcutáneas que le dan una simetría bilateral. Las coronas ciliares se limitan entonces a la mitad superior de la larva, que recibe el nombre de *epitèus* o *equinopitèus* (figs. 65 y 68), y que corresponde a la braquiolaria de los asteroideos. Posteriormente van apareciendo más brazos, con sus correspondientes espículas internas, que parten siempre de la mitad superior de la larva, mientras que la inferior permanece inerte, salvo el desarrollo de un brazo impar o *epidunculo* apical. De esta larva, y tras profundas modificaciones, se originará el erizo definitivo.

En los ofiúroides los sexos están separados, diferenciándose las gonadas solamente por el color, como en los equinoideos. El desarrollo es muy similar al de los equinoideos. La larva *pitèus*, denominada *otipitèus* (fig. 88), tiene los brazos extraordinariamente largos.

Los holotúroides son, en su mayoría, unisexuales, pero los paractinópodos son hermafroditas. De la gástrula ciliada se origina una larva especial, la *starculia*.

(fig. 66), caracterizada por la presencia de una corona ciliar que rodea a la boca y formada por una banda superior corta, una inferior larga y cuatro verticales que las reúnen. Estas bandas se fragmentan posteriormente, dando lugar a una serie de cinco anillos ciliados, que rodean al animal (fig. 100), adoptando entonces la larva la forma de *epupa*. Sigue otro estado larvario denominado *epentacúla*, caracterizado por la desaparición de uno de los cinco anillos ciliados y la aparición de los tentáculos peribuccales. A esta forma sustituye, por fin, el animal definitivo.

Los crinoideos tienen ovarios y testículos encerrados en las pinnulas, y unos escordones genitales estériles, que reúnen a las gonadas, a lo largo de los brazos. Los huevos maduros rompen las paredes de las pinnulas y quedan en libertad. Una vez fecundados, quedan unidos a las pinnulas, hasta que se forma la larva, que se desprende y queda en libertad.

Esta larva está provista de cinco bandas ciliadas en uno de sus polos y de una depresión preoral, por la que se fija al fondo. Desaparecen las bandas de cilios, la porción superior se reduce y se forma el disco, y la inferior constituye el pedúnculo. Poco después la larva adquiere la forma cinco *prolongaciones* huecas, derivadas del disco, que se bifurcan para originar las yemas braquiales. Estas dan lugar a su vez, y también por división, a las pinnulas, y se pasa así al animal definitivo.

ENTEROPNEUSTOS.

Los sexos están separados. La fecundación es interna y del huevo se origina una gástrula ciliada que se asemeja algo a una trocófora, pero en la que pronto se delimitan tres regiones, por la aparición de dos surcos paralelos, regiones que corresponden a la proboscidea, el oso y el tronco del animal adulto. La larva, que nada girando, recibe el nombre de *stomaria* (fig. 89), que, pasada su fase pelágica pierde los cilios y se entierra en el fondo, para transformarse en el animal adulto.

CORBADOS.

En los cefalocordados (*Amphioxus*) los sexos están separados. El desarrollo es

complicado como en todos los restantes seres de la escala zoológica, sin que en realidad exista una verdadera larva que difiera sensiblemente, por su organización y morfología, del animal adulto. En estos animales, como en los vertebrados, lo complicado, es el desarrollo embrionario, que no procede explicar aquí, y no el larvario, que, repetimos, rara vez existe como tal. Los urocordados ascidianos son hermafroditas. El desarrollo embrionario es también complicado, naciendo del huevo una larva nadadora, que se mueve merced a una cola, larva cuya organización es la de un cordado perfecto. La vida pelágica es muy breve. Pronto se fija al fondo por un disco adhesivo (Fig. 101), y se produce en ella una metamorfosis regresiva, que conduce al animal adulto, en el que no se reconoce de forma alguna, su característica de cordado.

Los urocordados larváceos mantienen su anatomía larvaria durante toda la vida.

En los teliócoos hay generación alternante. Unos individuos, llamados oocoides y portantes de órganos sexuales, pero con un estolón ventral, producen, por gemación, nuevos individuos denominados blastóoides (figs. 72 y 103), de los que, una generación determinada, presentará, de nuevo, órganos genitales, en los que se producirán huevos fecundados, y posteriormente larvas pelágicas, que nadarán, mediante un apéndice caudal, que, llegada fase definitiva se atrofia, organizándose un nuevo ocoide asexual.

LA REPRODUCCIÓN EN LOS PECES.

Es en general ovípara es decir, que los huevos se desarrollan libremente en el agua, sin relación alguna con la madre, que se desciende en seguida de su puesta. No faltan, sin embargo, los casos de verdadero viviparismo y son frecuentes los intermedios de ovoviviparismo.

Los peces son normalmente unisexuales; es decir, existen individuos machos e individuos hembras. Sin embargo, es muy frecuente que sea muy difícil la distinción de unos y otros por la apreciación exclusiva de los caracteres externos, ya que los morfológicos suelen ser, lo mismo que los de la coloración, tan semejantes, que hacen imposible la discriminación entre machos y hembras.

Pero esto no ocurre siempre. El dimorfismo sexual es presenta también con re-

lativa frecuencia. Existen, como hemos dicho, casos de reproducción ovovivípara y vivípara, en los que es precisa una fecundación interna, y la existencia de los correspondientes órganos copuladores que impliquen la existencia de un dimorfismo sexual.

Así, en los clasmobranquios (tiburones y rayas), los extremos posteriores de las aletas pelvianas de los machos se transforman en órganos copuladores (fig. 101), que faltan, como es lógico, en las hembras.

Entre los teleósteos, también hay peces vivíparos con fecundación interna, como ocurre con los gambusinos (*Gambusia*), en los que el órgano copulador se origina por la transformación de los radios extremos de la aleta anal. En estos peces, el dimorfismo sexual se manifiesta también por la existencia de una gran diferencia en las tallas de machos (que son mucho más pequeños) y hembras.

No obstante, el dimorfismo sexual de los machos se debe principalmente a diferencias de coloración, al bien éstas sólo suelen presentarse en la época de la reproducción. Las hembras suelen tener colores más apagados que los machos, sobre todo en la época del celo, en la que éstas la adivan de manera extraordinaria.

El dimorfismo sexual puede llegar a grados extraordinarios, como ocurre con los cerátidos, peces abisales y hasta cierto punto próximos parientes del conocido rape.

La hembra de esta especie es de tamaño mucho mayor que el macho, pero las diferencias no paran ahí. Los machos hacen vida libre en las primeras fases de la vida, pero cuando se aproxima la época de su maduración, se pegan a la hembra por cualquier parte del cuerpo de aquélla, haciéndole una incisión, en la que introducen su región rostral; se verifica una verdadera soldadura, que lleva a la unión del sistema circulatorio del macho con el de la hembra. De esta forma, nutriéndose el macho del torrente sanguíneo femenino, no precisa ni de aparato digestivo, ni respiratorio, ni excretor, que se atrofian, quedando reducido el macho exclusivamente a sus órganos reproductores.

Existen en los peces casos de hermafroditismo pero principalmente como estado intermedio en un proceso de inver-

sión sexual, en la que los ejemplares tienen un sexo en los primeros estados de su vida y el otro en estado potencial. Llegado un momento, comienzan a regresar al sexo activo y a desarrollarse el opuesto; se pasa por el estado de hermafroditismo, y posteriormente por desaparición total del primer sexo y desarrollo completo del opuesto, se llega a una nueva fase unisexual.

Este proceso lo experimentan con mucha frecuencia los espáridos (doradas, hurtas, etc.) y los contracántidos (cáramiles y chunias), pudiendo ser proterándricos (primero machos y luego hembras), o proterógino (primero hembras y después machos), no siendo frecuente la autotefecundación.

En los peces de desarrollo externo, en los que la cantidad de vitelo nutritivo es muy escasa, los juveniles nacen en un estado muy atrasado de desarrollo, en la forma de verdaderas larvas. Como sus posibilidades de prosperar son muy pequeñas, el número de huevos que ponen las hembras es enorme. Se calcula que los sábalo ponen unos 50,000 huevos por kilo de peso del animal y este número es muy reducido en comparación con el que ponen el bacalao y el congrio, cuyos ovarios contienen, según Fulton, de ocho a diez millones de huevos, o con el que pone la sardina; que, según Schmidt, es de una treinta millones.

Cuando los nuevos tienen una gran cantidad de vitelo nutritivo, como ocurre con los elasmobranchios, los pececillos nacen ya en un estado muy avanzado de desarrollo y con mayores probabilidades de prosperar. El número de nuevos es entonces muy reducido, y frecuentemente, para evitar sean comidos antes de nacer los pececillos, van protegidos por fuertes cubiertas coriáceas que poseen largos filamentos, con los que el huevo se adhiere a los soportes sumergidos, utilizándolos como si fuesen los sarcillos de una vid.

Se dan frecuentes casos de protección de la prole por parte de los padres, sobre todo en aquellos casos en los que el desarrollo se verifica dentro del huevo, y los hijos son poco numerosos. En los elasmobranchios vivíparos u ovovivíparos es muy frecuente que las crías, cuando se ven en

peligro, se introduzcan de nuevo en el útero materno, volviendo a salir pasado algún. No pocos peces construyen verdaderos nidos.

Como decíamos, es frecuente que los peces nazcan con formas muy semejantes a las definitivas de los adultos, sin existencia de verdaderas larvas si como a tal se tienen a seres que difieren totalmente por su anatomía o su morfología de la definitiva del animal adulto. Frecuentemente la forma de las crías de los peces es bastante similar a la de los adultos, o por lo menos es una larva episciforme, en la que hay un gran saco vitelino, que poco a poco va desapareciendo a medida que el pez va adquiriendo su forma definitiva.

No faltan casos, sin embargo, de verdaderas metamorfosis, en las que la larva que sale del huevo es completamente diferente del ser adulto, pasando por sucesivas transformaciones, a veces de gran variabilidad y duración.

Dos de los casos quizá más curiosos son, los de las anguilas y de los luváridos.

En la primera —de las que trataremos más extensamente al hablar de las migraciones de los peces—, del huevo nace una pequeña larva, el *leptocefalo*, del que posteriormente se originará el verdadero y característico *leptocefalo* foliar. Estos *leptocefalos*, arrastrados por la corriente del golfo de México, son traídos hacia Europa y en el curso de la migración sufren una serie de modificaciones que constituyen en realidad una metamorfosis regresiva, que conducen a la forma de anguila, que no es la definitiva, pues ésta, en la que aparece la pigmentación, se lleva a cabo al entrar las anguilas en las aguas dulces.

En los luváridos existe una auténtica hipermetamorfosis. Desde el huevo hasta el animal adulto se sucede una serie de estados larvarios denominados *Hystriónella*, *Astrodermella* y *Luparella*, cada uno de los cuales se subdivide además en fases A, B, C, etc., tan diferentes entre sí y del adulto, que antes de ser identificados como estados larvarios de esta familia fueron considerados no solamente como especies diferentes, sino asignados a familias distintas.

CAPITULO XV

LAS MIGRACIONES DE LOS ANIMALES MARINOS

Sea cual sea el régimen de vida de los animales: *apárnicos*, *pelágico*, *nectónico* o *benéfico*, existe como norma muy general el hecho de que realizan una serie de desplazamientos, unas migraciones de muy diversos tipos, según las cuales cada fase de su vida se desarrolla en un determinado lugar, y estos lugares dependen, a su vez, de ciertas condiciones ambientales; tanto de orden físico-químico, como biológico, y sobre todo en este último aspecto, del de la alimentación.

Bajo estas condiciones, el carácter de *estenotermia* o *euritermia*, el de *stenohalinidad* o *eurohalinidad* de los animales, ha de tener una marcada influencia en el mecanismo de las migraciones, como también la tienen la presencia o ausencia de los demás *tactismos* o *tropismos* que pueden presentarse en estos seres. Las necesidades de la nutrición y de la reproducción, por otra parte, son factores determinantes de principalísima importancia en el mecanismo de las migraciones.

Estas, en cuanto a su régimen cronológico se refiere, pueden ser también de muy diversas modalidades. Las hay de tipo periódico, de mayor o menor intervalo, como las reproductoras (frecuentemente anuales como las de los salmones por ejemplo; a veces de más largo plazo como las de los esturiones que no parecen madurar sexualmente más que cada dos años), junto a otras de cronología más aleatoria, aunque frecuentemente en estos casos, como fases subsidiarias de una migración de mayor amplitud de régimen periódico, siendo estas últimas, las aleatorias, las que suelen depender de las fluctuaciones del alimento y de las también imprevisibles, en muchos casos, de las condiciones físico-químicas del medio.

Es normal que una especie marina, cualquiera, no pase la totalidad de su vida en un mismo lugar y que en cambio, nazca

en uno determinado, migre a otro donde efectúe su desarrollo individual y madure sexualmente, para retornar de nuevo al lugar de nacimiento, a reproducirse a su vez, pudiendo entonces darse el caso de que muera, o el de que retorne a los lugares de crecimiento, para iniciar un nuevo ciclo sexual.

La primera migración, desde los lugares de nacimiento a los de crecimiento y maduración, donde buscan el alimento, recibe el nombre de *migración trófica*. La opuesta, encaminada al retorno a los lugares de reproducción, se llama *migración genética*. La fase de crecimiento y maduración entre dos reproducciones recibe el nombre de *fase intergenética* o *trófica*.

Dentro de este esquema general, caben las más diversas modificaciones. Pueden presentarse migraciones escalonadas, con fases de detención mayor o menor en determinados lugares; variaciones parciales de la ruta migratoria, dentro de la línea general de migración, por causas físico-químicas o biológicas, etc., etc., que se superpongan, interfieran o agreguen a aquellas que fundamentalmente determinan el instinto y el mecanismo migratorio.

Las migraciones genéticas pueden ser de dos tipos, en dependencia de la distribución de los lugares de nacimiento de los seres marinos, y de la de los de crecimiento y maduración. Los seres marinos pueden realizar su vida totalmente en el mar, o parcialmente en el agua dulce y parcialmente en la marina. Y en este caso, o pueden nacer en el mar y desarrollarse en las aguas dulces, u ocurrir lo contrario. A los seres que nacen en el agua dulce y marchan al mar a desarrollarse, se les denomina *anadromos* y *anadroma* a la migración que en ese sentido realizan. A los que nacen en el mar y se desarrollan en los ríos se los llama *catadromos* y *catadroma* a su correspondiente migración. Los *anadromos* son de

nominados también potamodromos o potamofocos, siendo también sinónimos los términos de catadromo, taladodromo y talasotoco.

A veces se da a estos términos una significación más amplia, asignándoles un significado de dirección. Así, se puede llamar anadromo a un pez que se traslada de un fondo a otro de menor cuantía, y catadromo al que lo hace en sentido opuesto. De modo que serán anadromos no sólo los que vayan desde los abismos marinos a las fuentes de los ríos, sino los que se limitan a ir desde el fondo del mar hasta la costa, a la superficie, a la boca de un río o a una laguna litoral, o los que se trasladan desde una parte de un río a otra situada aguas más arriba. Y lo mismo ocurrirá en sentido inverso, siendo consideradas como catadromas las especies que realicen su migración de arriba a abajo de los ríos, desde éstos al mar, o dentro de éste, los que se dirijan hacia el fondo o se alejen simplemente de la costa.

Es frecuente que en las especies anadromas, la migración de alejamiento de la costa sea paralela —cuando no se trata de especies pelágicas—, con un descenso a profundidades progresivamente crecientes, no sólo en el curso de una misma migración, sino en el de varias sucesivas, puesto que habitualmente estos seres bentónicos, mientras más viejos son, más se alejan de la costa y a mayor profundidad llegan en el curso de sus migraciones tróficas.

Los animales marinos van en su migración trófica o fase intergenética en busca de alimento, pero éste no se encuentra siempre en el mismo lugar, ni constantemente en la misma abundancia, puesto que los seres que lo integran y pertenecientes a los más diversos grupos zoológicos y fitoplanctónicos, experimentan también sus propias migraciones, por lo que los animales que los buscan como alimento, han de seguir en sus desplazamientos a aquéllos que lo constituyen.

Esta circunstancia, por sí sola, implica ya la necesidad de migrar para muchos animales marinos. Las ballenas, por ejemplo, tienen un ciclo migratorio dependiente en forma fundamental de las migraciones del plancton de que se alimentan.

Esto supone que, en este aspecto, como en muchos otros de la vida en el mar,

el comportamiento de los seres marinos en general —y en este caso el migratorio—, dependen del plancton en particular, puesto que siendo éste, como hemos visto en capítulos precedentes, la base alimenticia de la vida marina, de sus desplazamientos dependerán los del resto de los animales. Es importante, por consiguiente, conocer cuáles son y cómo se verifican las migraciones del plancton.

Este, como es sabido, no goza de gran capacidad de movimientos y, en ningún caso, los que posee le capacitan para compensar los de las aguas en cuyo seno flotan. Los desplazamientos que experimenta el plancton dependen fundamentalmente de las corrientes marinas. Bajo la influencia de éstas, el plancton se traslada constantemente por el mar, en forma involuntaria, pudiendo acumularse en determinadas circunstancias en áreas o regiones, a las que acudirán inmediatamente los seres plantófitos. Estas acumulaciones, a veces de carácter ingente, pueden producirse en bahías, ensenadas y otros lugares cercanos a la costa, de aguas con poca circulación, o bien en lugares abiertos, como consecuencia de la mortalidad en masa producida por el cambio de condiciones físico-químicas del medio, por la interferencia de dos corrientes de diferentes características físico-químicas y la formación de la consiguiente agua de mezcla, tan inhóspita para el plancton transportado por una de las corrientes como para el de la otra. Tal es el caso, por ejemplo, de los bancos de Terranova o de los del Sáhara, donde el choque de corrientes de agua cálida y fría, producen este fenómeno y la consiguiente acumulación de masas de plancton muerto, en cuya demanda vienen los demás animales marinos, dando origen a las correspondientes y fructíferas pesquerías.

En esta migración involuntaria de los seres planctónicos, éstos son distribuidos por toda la superficie del mar, pero como consecuencia de ello no se obtiene una distribución uniforme del plancton, ni en cuanto se refiere a la cualidad o a la cantidad, ni en lo que afecta a la distribución cronológica.

El plancton transportado por las corrientes tiene sus barreras, determinadas por las condiciones físico-químicas del medio y frecuentemente por las térmicas

y las halinas, de tal forma que de determinadas especies que iniciarán una migración, arrastradas por las corrientes, solamente algunas, en muchos casos, llegarán lejos, puesto que otras podrán ser detenidas ante las fronteras de un medio ambiente adverso.

Como es natural, en la distribución estacional del plancton, prescindiendo de otros factores, tienen importancia fundamental los ciclos vegetativos del fitoplancton, a su vez dependientes de los de las sales nutritivas contenidas en el agua del mar, dependencia de la que ya nos hemos ocupado al tratar de dichas sales.

Los tactismos y tropismos, que tienen una marcada influencia en las migraciones de los animales marinos bentónicos y nectónicos, no dejan de influir también en las del plancton, aunque no se trate de las grandes, sino de otras de menor cuantía, que se verifican dentro del ciclo de aquellas, y frecuentemente con carácter periódico.

Son frecuentes por ejemplo, en el plancton, ciertas migraciones verticales, de carácter diurno, que dependen directamente de la luz y que se manifiestan en la forma de un fototactismo.

El fitoplancton, como todas las plantas autótrofas, precisa de la luz y por eso se encuentra en la zona fótica y —normalmente— en los niveles más superficiales de la eufótica, poniendo de manifiesto la existencia de un fototropismo positivo.

Ahora bien, a cantidad de luz, o la intensidad de la misma, que pueden soportar estos vegetales tiene un límite, lo mismo que ocurre con muchos terrestres. En éstos, como es sabido, cuando se pasa de ciertas intensidades luminosas, los cromoplastos se orientan de forma que reciben la menor cantidad de luz posible.

En determinadas algas plantónicas ocurre algo similar: se produce una concentración de los cromatóforos cuando hay intensidad excesiva de luz. Pero también en muchos casos se da lugar —y aparentemente en contra del fototropismo positivo general de las plantas verdes—, a un fototactismo negativo, que aleja a estas plantas de la luz, lo que consiguen hundiéndose a mayor profundidad, merced a sus escasos medios de locomoción, hasta alcanzar las profundida-

des en que encuentran la intensidad de luz adecuada.

Por eso es frecuente que en las horas de mayor intensidad luminosa, las peces superficiales de fitoplancton den pobres resultados, y sean fructuosas las más profundas, mientras que horas más tarde y pasado el momento de máxima insolación, el fitoplancton retorne a la superficie y pueda ser capturado en ella en grandes cantidades.

Como es natural, en esta migración vertical, el zooplancton sigue al fitoplancton, puesto que se alimenta de él, iniciándose así la cadena de interdependencia, a que tan reiteradamente nos venimos refiriendo.

Son quizá las migraciones de los peces las que mejor se prestan para explicar estas particularidades de la vida marina. Se encuentran en los peces las más variadas formas de las mismas. No podemos estudiar con detalle aquí, las particularidades migratorias de las especies. De ello se trata con mayor extensión al ocuparnos de las que son útiles para la pesca. Ahora sólo procede dar cuenta de las causas y mecanismo de estas migraciones, de forma general, como hacemos a continuación.

La vida de los peces, como la de otros animales marinos, no suele desarrollarse solamente en un lugar determinado, sino que dependiendo de circunstancias que más adelante analizaremos se trasladan de unos a otros con una cierta regularidad.

Las migraciones de los peces responden principalmente a dos causas: la alimentación y la reproducción, existiendo por lo tanto migraciones tróficas y migraciones genéticas, que suelen seguir un ciclo alterno.

Las migraciones tróficas tienen por objeto la busca del alimento, el crecimiento y desarrollo individual y la consecución de la maduración sexual. En estas migraciones, los peces, en busca de su alimento, se desplazan de unos lugares a otros. Migraciones de este tipo son las que realizan los arenques de los mares del norte, o los atunes que retornan del Mediterráneo al Atlántico pasada la época de la reproducción, o los salmones que regresan de los ríos al mar, etc., etc. Estas migraciones tróficas pueden producir grandes concentraciones de peces, como

pasa con los referidos arenques, que en pos de su alimento planctónico se acumulan en fechas y lugares determinados, dando origen a sus famosas pesquerías.

Son sin embargo, las más curiosas, las migraciones genéticas o reproductoras. Lo mismo que decíamos anteriormente para los animales en general puede decirse para los peces. Rara vez la vida de los mismos se desarrolla en un mismo lugar. Suelen nacer en uno, desarrollarse en otro y retornar al primero para reproducirse, o si no al mismo, a otro con características análogas.

Estas migraciones reproductoras tienen amplitud muy variable, pues mientras unos peces apenas si se alejan de sus lugares de nacimiento, hay otros como los salmones que recorren cientos de kilómetros para reproducirse, siendo el caso quizás más extraordinario el de la anguila, que lo hace a lo largo de miles de ellos, desde el punto de nacimiento hasta aquellos en que ha de realizar su desarrollo individual, y en el más fantástico viaje que pueda imaginarse.

Ya hemos dicho que las migraciones de los animales marinos y ello es principalmente válido para los peces, pueden desarrollarse por entero en el mar, o parte en el mar y parte en las aguas dulces, dando lugar a la existencia de peces anadromos, potamodromos o potamotocos y a la de catadromos, talasodromos o talasotocos.

Así, como veremos más adelante, los besugos por ejemplo (*Pagellus caucabricus*), viven siempre en el mar, realizando sus migraciones sin salir del mismo, efectuando una en sentido horizontal de acercamiento a la costa (anadroma), para reproducirse y después otra catadroma de alejamiento, combinada con una vertical, pues naciendo en las proximidades de la costa y a poca profundidad, pasa sus fases juveniles en la región litoral, apartándose de ella y marchando a mayores profundidades, a medida que va envejeciendo, pero volviendo de nuevo a la superficie y a la costa en la época de la reproducción.

Otras especies como la anguila, que nacen en el mar, las catadromas, marchan a realizar su desarrollo individual en los ríos, para retornar al mar en la época de la reproducción.

Lo más corriente, sin embargo, es lo contrario, es decir el anadromismo, tanto en los casos en que se realiza dentro del mar, sin salir de él, como en los muy frecuentes en que los peces nacen en los ríos se desarrollan en el mar, y retornan a los ríos para reproducirse. Esta circunstancia puede ser interpretada como una herencia recibida por los peces actuales de sus antecesores extinguidos. Parece ser que la invasión del mar por esas especies actuales de peces procede de las aguas dulces. Esta circunstancia que hoy parecería imposible, dadas las marcadas diferencias de salinidad existentes entre el medio marino y el medio dulceacuícola pudo darse perfectamente en una época en que existió un mar mucho menos salino y en la que las posibilidades de acomodación eran mucho mayores. En apoyo de esta teoría se da el hecho de que las especies de peces vivientes y de organización arcaica, son siempre anadromas, cuando no auténticamente potamodromas, como ocurre con los ciclóstomos, los elasmobranquios, los ganoides (esturiones), los condriosteos y los salmónidos. Y en estas especies, para mayor fuerza del raciocinio, los huevos son demersales (es decir, que no flotan), en lugar de ser pelágicos. Y esta circunstancia de los huevos demersales, que es común en los peces que ponen en el agua dulce, se extiende a aquellos que, como los elasmobranquios, aún siendo marinos, son típicamente anadromos y arcaicos en su organización.

En las aguas dulces frecuentemente corrientes, la seguridad de las puestas estriba en que se vayan al fondo y se abriguen en él, bajo piedras, plantas, etc. El peso de las especies dulceacuícolas al medio marino, lo que implica un proceso evolutivo de especialización, tuvo por consecuencia que los huevos, en un medio más denso, pasaran en muchos casos de demersales a flotantes, particularidad que se ha hecho cada vez más patente, a medida que las especies se han adaptado más a la vida en el mar, no perdurando los huevos demersales más que en las especies que, repetimos, conservan por alguna circunstancia especial, su carácter arcaico. Este carácter corresponde a los ciclóstomos, pues hasta algunos clupeidos como los arenques, tienen huevos demersales, mientras que en los teleosteos, los más modernos y adaptados al nuevo me-

dio ambiente, los huevos suelen ser ya flotantes.

El hecho de que unas especies de peces pasen toda su vida en el mar o la repartan entre éste y las aguas dulces, o el que aún viviendo solamente en el medio marino, cambien también de lugar en el curso de las migraciones, está íntimamente ligado a determinadas de sus características fisiológicas.

Ya hemos dicho que la concentración salina del agua del mar y de los líquidos orgánicos de los peces, como en otros animales, han de ser isotónicas. Y que en su consecuencia, los peces eurihalinos podrán acomodarse fácilmente a los cambios de salinidad del agua, mientras que no podrán hacerlo igual los estenohalinos. Y lo mismo puede decirse en relación a la temperatura con los euritermos y los estenotermos.

En el caso de los animales —en este caso peces— estenotermos y estenohalinos, como ocurre por ejemplo con el besugo, con el atún, etc., etc., cuando a lo largo de las diferentes estaciones del año cambian la salinidad y la temperatura del agua, por sustitución, el pez, para no morir, ha de regir a la que le es propicia, en sus desplazamientos, dando lugar a una migración que en su fase de acercamiento a la costa, coincide con su época de puesta.

En lo que se refiere a los peces euritermos y eurihalinos, la explicación de estas relaciones se ha interpretado de varias formas, pero la más racional parece ser la siguiente:

Llegada por ejemplo la época de la reproducción, se produce un cambio en la salinidad de la sangre del pez, que se aleja, por su cuantía, de la del agua en que se encuentra en aquel momento y se acerca en cambio a la de aquella en que ha de verificarse la puesta, es decir, disminuyendo si ha de reproducirse en los ríos y aumentando si, tratándose de un pez fluvial, ha de reproducirse en el mar.

Es indudable que los peces están capacitados para apreciar muy pequeñas diferencias de salinidad y temperatura, quizá a través de los órganos nerviosos de la línea lateral, y de esta forma, al experimentar los existentes entre su sangre y el agua, buscará otras de salinidad isotónica con su sangre, acercándose a la costa o a la desembocadura de los ríos

si son anádromos, o alejándose en sentido inverso si son catádromos. Una prueba de ello es que las grandes afluencias de sábalos y esturiones que van a reproducirse a los ríos, se producen en las épocas de las grandes riadas, cuando la influencia de las aguas dulces se deja sentir más amplia y lejanamente en el mar, indicando, por consiguiente, a mayor distancia, para los peces que van en demanda de los ríos, la proximidad de los mismos.

Pasado el momento de la reproducción se invierten los términos de la salinidad, adquiriendo la sanguinea la tonicidad de las aguas que abandonó el pez al comenzar la migración genética, y obligándole a partir de nuevo en su busca.

Los factores físico-químicos que intervienen en los tropismos o tactismos migratorios no se reducen solamente a la salinidad y a la temperatura. En algunas especies, los sábalos (*Alosa*), por ejemplo, parece tener gran importancia la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. En otros casos es la luz. En salmones y atunes interviene, al parecer de manera muy importante, el movimiento del agua y la existencia de un reotropismo, que puede ser positivo (salmones en su migración genética), o negativo (los mismos salmones en la migración trófica y los atunes en la genética).

En otras ocasiones parece ser que el propio pH del agua interviene en las migraciones, o que es la luz la que puede provocar los desplazamientos, que en este caso suelen ser verticales, como los que experimentan con carácter periódico diario muchas especies abisales.

Es frecuente que muchas de ellas, que tienen fototropismo negativo, permanezcan durante el día en los grandes fondos, alejados de la luz. Pero llegada la noche, cuando la luz no les molesta, suelen ascender hasta la misma superficie, donde encuentran más abundante alimento, en una migración trófica, siendo normal en estas circunstancias verlos desde las embarcaciones, nadando por la misma superficie del agua, sobre la que se destacan por las estelas luminosas que dejan sus órganos fotógenos, que en no pocas ocasiones son causa de su descubrimiento por predadores que dan buena cuenta de ellos.

Ya hemos dicho que es frecuente que las migraciones genéticas alternen con las tróficas. Y esto es también norma para los peces. Durante la fase intergenética el pez se alimenta ininterrumpidamente. Llegada la época de la reproducción se encamina a los lugares de puesta, siendo frecuente que dejen incluso de comer en absoluto, obsesionados por el instinto migratorio reproductor, llegando a extremos, como en los salmónidos, en los que el no comer nada en absoluto llega a producir un comienzo de atrofia de determinadas partes del tubo digestivo.

Una vez verificada la reproducción, si el pez no ha muerto agotado por el es-

fuerzo realizado en la migración y en la elaboración de sus productos sexuales, retorna a los lugares de alimentación, donde inicia el nuevo ciclo, acumulando reservas para poder emprender, llegado el momento, su nueva migración genética.

Ya hemos dicho que, en mayor o menor grado, todos los peces realizan migraciones tróficas o genéticas. Sin embargo, existen casos particularmente notables, a los que posteriormente nos referimos y entre los que merecen ser mencionados especialmente los del esturión, los sábalos, salmones, doradas, atunes, albacoras y otros escómbridos y muy particularmente las anguillas.

CAPITULO XVI

LA LUCHA POR LA VIDA, ELEMENTOS DEFENSIVOS Y DE ATAQUE

Las condiciones especiales del medio marino, y la enorme densidad de población del mismo, hacen que la vida en su seno sea extraordinariamente difícil, hostil a la supervivencia, y que entre los animales que lo habitan se estable una enconada lucha para conseguir aquella supervivencia, que difícilmente se alcanza, puesto que podría asegurarse que en el mar la muerte natural es por la violencia y que la longevidad difícilmente se alcanza.

Las adaptaciones defensivas de los seres marinos, han de referirse a dos finalidades principales diferentes, aunque se presenten en formas muy distintas; la lucha por la vida ante el propio medio ambiente y la lucha por la vida frente a los otros pobladores del mar. Y en otros aspectos, las adaptaciones defensivas se refieren también a dos modalidades distintas, que se incluyen en las anteriores o las incluyen a su vez, y que son la lucha por la supervivencia del individuo aislado y la que se refiere a la supervivencia de las especies.

Ante el medio ambiente, cuyas condiciones no varían en términos generales, las adaptaciones se manifiestan también con carácter de generalidad, en la forma de mecanismos, organizaciones, fisiologías formas de vida comunes a los diferentes grupos que integran la población marina. Dadas las particularidades de cada grupo zoológico, las adaptaciones podrán manifestarse de una u otra forma, pero respondiendo siempre a una norma general, en la forma de verdaderos casos de convergencia. Son estas adaptaciones aquellas a que ya nos hemos referido con extensión en capítulos anteriores, y concernientes a la densidad del medio (formas de los seres marinos), a su composición química (mecanismos de osmoregulación, existencia de seres eurihalinos); a su temperatura (termorregulación y seres euritermos); a su luminosidad (des-

arrollo especial de los órganos de la visión, de los fotógenos, coloración de los seres marinos, mimetismo cromático); a la presión en el agua del mar, y a la profundidad (presencia de órganos hidrostáticos y adaptaciones a la vida pelágica, batipelágica o abisal); a la nutrición (mecanismos respiratorios, prensión y busca de alimentos, etc).

Ante los medios adversos que circunstancialmente puedan presentarse, los seres marinos carentes de mecanismos de adaptación (los estenotermos y estenohalinos por ejemplo), pueden reaccionar defensivamente bajo dos aspectos diferentes: mediante la migración, que los aleja del medio hostil en demanda del propicio, cuando están dotados de medios de locomoción, o adoptando formas de vida latente o amortiguada, cuando carecen de aquellos elementos de locomoción, como ocurre en no pocos protozoos y —en algunas manifestaciones especiales de la vida latente—, en otros grupos de animales de los que pueden ser ejemplo los rotíferos, con sus llamados huevos de invierno, perfectamente protegidos y provistos de gran cantidad de vitelo nutritivo, que perduran sin incubarse durante la estación fría, para dar lugar en la primavera a las hembras partenogenéticas a que nos referimos al tratar de la reproducción de estos animales.

Estas adaptaciones citadas, que no dejan de afectar, como es natural, al animal aislado, pero que son la consecuencia de una selección natural, progresiva y secular, se refieren o están encaminadas principalmente a la defensa de la especie.

Sin embargo, la defensa de la misma no se limita a aquellos aspectos, que son principalmente pasivos, ofreciéndose otros muy interesantes y frecuentemente activos, que suelen referirse al mecanismo y modalidades de la reproducción,

La presencia de una fecundidad extraordinaria es una manifestación primordial de la lucha por la supervivencia de las especies, impuesta a aquellas en que por nacer en condiciones precarias, las probabilidades de llegar a alcanzar la fase adulta son muy escasas. Si las probabilidades de viabilidad de los huevos y larvas de las ostras son de uno por millón, no debe extrañar que el número de huevos que ponen estos moluscos sea de cinco millones por término medio, en la fase de su máxima fertilidad. Y así se explican los números fabulosos de huevos que ponen multitud de especies de animales marinos, que por otra parte aseguran también la más amplia difusión de las especies por el ámbito marino, lo que es otra manera de conseguir su perdurabilidad.

En aquellos animales en los que el número de huevos es pequeño, los individuos nacen ya en condiciones de valerse por sí mismos, y la defensa consiste en que aquellos están dotados a esos fines de grandes cantidades de vitelo nutritivo, que impide la necesidad de la existencia de una fase larvaria, y de cubiertas protectoras que aseguran su integridad durante el período de incubación, aparte de que en estos casos es muy frecuente que —durante la fase juvenil—, estén protegidos por la tutela de los padres que, de formas muy diversas se dedican al cuidado de la prole.

La máxima especialización en este aspecto la presentan los animales ovovivíparos y sobre todo los verdaderamente vivíparos, que son los que por dar origen a hijos ya perfectamente conformados y válidos para subsistir, los generan en número muy reducido, como ocurre por ejemplo con los cetáceos.

Una manifestación especial en la defensa de la especie, en sus procesos reproductores parece ser la presencia de los órganos bioluminiscentes de los animales abisales.

Allí, donde falta la luz completamente y donde la densidad de las poblaciones es pequeña, el encuentro de machos y hembras en los procesos reproductores, parece asegurarse por medio de la acción de estos órganos, que lo facilitan.

Si en la defensa de la especie las adaptaciones dan lugar a actitudes principalmente pasivas, en la de los individuos

puede decirse que tiene plena virtualidad la máxima de que no hay mejor defensa que un buen ataque, siendo entonces los procedimientos defensivos frecuentemente activos y sumándose por tanto, complementándose, los medios de defensa y ataque, que frecuentemente son los mismos, y que no difieren más que en la forma de ser utilizados, en dependencia de las circunstancias del momento.

Tan procedimiento de defensa es una forma o una coloración mimética, adoptada por un animal para pasar inadvertido ante otro que lo ataca, como de ataque si la emplea para no ser advertido ante la presunta presa que se acerca y lanzarse sobre ella en el momento más propicio.

Tan carácter de ataque tienen las enormes denticiones de muchos peces, que destruyen con ellas a sus presas, como de defensa ante el temor que imponen a sus presuntos atacantes.

Una tambladera (Torpedo), emplea indistintamente sus órganos eléctricos para defenderse de un agresor, o para agredir a una presa que intente capturar.

Estas modalidades, elementos, adaptaciones defensivas o de ataque, se circunscriben a un cierto número de formas que, respondiendo como en el caso de las específicas, a unas normas generales, se manifiestan también en los individuos con arreglo a sus particularidades, como otros tantos fenómenos de convergencia.

En cuanto a aquellas formas de adaptación a la defensa y al ataque, pueden ser de los siguientes tipos:

ADAPTACIONES MORFOLÓGICAS.

Nos referimos anteriormente a ellas, en capítulo especial. Desde este punto de vista, son adaptaciones defensivas y de ataque las que permiten un rápido desplazamiento en el agua, en los seres pelágicos y bentónicos nadadores, o las miméticas de los que carecen de movimientos o los tienen lentos (formas deprimidas de lenguados, rayas, pastinacas, etc., o almejas por la presencia de láminas dérmicas supernumerarias como en los cabrachos, *Phylloterix*, etc.).

ADAPTACIONES CROMÁTICAS.

También tratadas con extensión anteriormente, se manifiestan bien por la presencia de una coloración mimética per-

manente, como la de dorsos oscuros y regiones ventrales claras de los típicos animales pelágicos nadadores, bien por la de coloraciones variables por la presencia de cromatóforos, presentes en algunas formas pelágicas como los cefalópodos, pero principalmente en los animales bentónicos.

ADAPTACIONES ESTRUCTURALES

Suelen manifestarse en la forma de presencia de órganos, aparatos o formaciones especiales, como las mandíbulas y denticiones poderosas de muchos peces predadores, el gran desarrollo de los órganos de los sentidos y, muy frecuentemente, por la existencia de formaciones esqueleéticas, a veces extraordinariamente resistentes.

Tienen evidente carácter defensivo los esqueletos externos de los equinodermos, inermes o prácticamente inermes en algunos casos como los de los asteróideos y ofiuroideos, pero perfectamente armados de agudas y largas púas en el de los equinóideos. Y carácter defensivo tienen también los caparazones de los crustáceos, las conchas —con frecuencia de gran espesor—, de los moluscos y los dermatoesqueletos de los peces ganoides (esturiones) y de los diodontidos y tetrodonidos (peces cofre, erizo, tamboril, etc., etc.) reforzados en ocasiones por la presencia de púas como en el caso de los peces erizo (*Diodon hystrix*).

Aparte de estas manifestaciones defensivas o de ataque, de carácter estructural, hay otras, que suelen ser de marcado carácter activo, como las siguientes:

Presencia de glándulas secretoras de venenos o sustancias urticantes, diseminadas por la superficie del cuerpo, como los nematocistos o nematoblastos de los celentéreos nidarios, o las del mucus cutáneo venenoso de los diodontidos, o localizadas en determinadas partes del mismo y en relación con órganos o formaciones especiales encargadas de inocular aquellos venenos, como ocurre con los propios nematocistos de los celentéreos, cuando forman el filamento poseedor de las colonias de sifonóforos, o con las glándulas venenosas de los peces relacionados con las espinas de las alcaes (cabrachos, peces arañas, chuchos, pastinaes y águ-

las de mar), o con los dientes (morenas y códicos marinos).

Presencia de órganos eléctricos, auténticas pilas o acumuladores, capaces de producir descargas que matan o inmovilizan a los agresores o a las presantas presas, como los característicos de las tumbadoras (especies del género *Torpedo*).

ADAPTACIONES A TIPOS DE VIDA ESPECIAL

Son ejemplo de este tipo de adaptaciones a la defensa o al ataque, las que presentan los animales que viven permanentemente enterrados —frecuentemente de cuerpo blando—, como los enteropneustos (*Balanoglossus*), diversos gusanos o formas afines, o aquellos animales que, si no viven permanentemente enterrados, lo hacen transitoria o esporádicamente, bien como medio de salvación para pasar inadvertidos ante un ataque, bien como forma preparatoria de una acción ofensiva, como ocurre por ejemplo con los pleuronéticos (lenguados, rodaballos, etcétera), o los tranquilidos (peces arañas), que se entierran dejando solamente los ojos al descubierto para lanzarse bruscamente sobre la presa que se acerca sin verlos, y dar rápida cuenta de ella.

Son formas también defensivas, las diversas manifestaciones de asociaciones biológicas (comensalismo, simbiosis e incluso parasitismo), de que más adelante trataremos, y de las que pueden ser ejemplo las asociaciones entre los cangrejos (imitación, las esponjas y las actinias; así de los peces del género *Pterois* con las holoturias, en cuyo tubo digestivo se guardan; las de los juveniles jureles que lo hacen en el interior de las umbrellas de determinadas medusas y las de los peces piloto y los tiburones a que acompañan, etcétera).

Pasando una rápida revista a los diferentes grupos zoológicos que habitan el mar, son especialmente dignos de mención los siguientes métodos, adaptaciones o modalidades defensivas o de ataque:

En los celentéreos nidarios, sus características células urticantes, los sidocistos, nidoblastos o nematoblastos, consistentes en una cavidad, el sidocisto, en cuyo interior se encuentra enrollado en espiral y dispuesto a distenderse al menor contacto para inocular la sustancia urticante, un filamento que está en comunicación con la célula secretora, el nervio

tocisto. Estos nematoblastos, como dijimos anteriormente, pueden estar difusos por el cuerpo del animal o localizados en determinadas regiones, como el borde umbrelar y los tentáculos de las medusas, o el filamento pescador de los sifonóforos. Pueden ser particularmente activos, como ocurre por ejemplo con *Physalia pelágica*, que produce verdaderas esquemas.

En los anélidos, platelmintos y vermídeos por ejemplo, es frecuente la defensa por la ocultación en el fondo, entre los intersticios de las rocas, o dentro de formaciones duras especiales, como los tubos coriáceos o calcáreos de muchos de ellos.

En los braquiópodos son características las conchas. Los crustáceos se protegen por medio de sus caparazones, a veces de gran consistencia, y están dotados en ocasiones de poderosos medios de ataque, como son por ejemplo las pinzas o quelas de los decápodos, particularmente notables en el caso de los bogavantes (*Homarus*).

Los moluscos gozan de diversas formas de defensa y ataque. Desde el punto de vista defensivo, es la concha sin duda el más perfecto procedimiento que poseen. En los gasterópodos, de concha univalva el animal se protege retrayéndose dentro de ella y cerrando la entrada por medio de un opérculo coriáceo, también de gran resistencia. O, como en el caso de la lapas, en las que no cabe cerrar la concha, se adhieren a las rocas por medio de su ventosa de forma tan firme, que es difícilísimo separarlas de ellas.

En los lamelibranchios, de doble valva, las conchas que pueden ser ténues e incluso delicadas (*Tellina*, *Scrobicularia*), cuando viven enterrados en el fango, llegan a ser durísimas y muy gruesas (ostras, tridacnas, etc.), y en todos los casos muy difíciles de abrir cuando el animal cierra las valvas por medio de los poderosísimos músculos existentes a ese fin.

Los moluscos desprovistos de concha externa como los cefalópodos poseen otros procedimientos de defensa y ataque muy especializados.

En primer lugar, y como vimos anteriormente, el mimetismo cromático adquiere en estos animales los más altos grados de perfección, por la presencia de cromatóforos.

Poseen la famosa bolsa de la tinta, que lanzan por el sifón y difunden en el agua cuando se ven atacados, produciendo la más perfecta nube de ocultación que pudiera soñarse para una acción bélica ofensiva o defensiva.

Los brazos están dotados de series de perfectas ventosas, que les sirven para la captura de sus presas, a las que en ocasiones pueden también paralizar, por la inoculación de secreciones venenosas.

Los equinodermos se protegen bajo sus caparazones calcáreos, complementados en ocasiones, como en el caso de los erizos de mar, por la presencia de agudas y largas púas, que infunden el consiguiente respeto a los predadores.

Pero también determinados equinodermos, poseen glándulas secretoras de venenos, que inoculan para paralizar a sus presas, por intermedio de los pedicelarios con los que están en relación.

Los peces presentan las más variadas formas y modalidades de adaptaciones defensivas y de ataque. Las adaptaciones de la forma y el color, de tipo mimético, son norma en ellos. Las formaciones exocoeléticas, los caparazones duros, como decíamos anteriormente, se encuentran en los caballitos de mar, en los peces cofre, en los peces erizo, en los tamboriles, etcétera.

Las espinas agudas en relación con glándulas venenosas son típicas en los chuchos y pastinacas (*Dasyatis*), en las águilas de mar (*Megilichthys*), en las rascacas y cabrachos (*Scorpaena*), en las arañas (*Trachinus*), en las ratas (*Uranoscopus*), etc., etc. La secreción cutánea está mezclada con veneno en *Diodon* y en *Tetrodon* (peces erizo y tamboriles).

Existen órganos eléctricos en las tembladieras (*Torpedo*) y denticiones especiales en muchas especies (escualiformes, esfirénidos y serranidos, por ejemplo, de tipo caniniforme, y esparídeos (doradas), de tipo molariforme capaces de triturar las más gruesas conchas de los moluscos).

Ya hemos dicho repetidas veces que los reptiles marinos son muy escasos, pero también en ellos se presentan formas especiales de defensa y ataque.

Los quelonios se defienden merced a sus fuertes caparazones, bajo los que pueden ocultar la cabeza para mayor seguridad. Los códios marinos, pertenecientes

por cierto al orden de los proterogifos, los más poderosamente venenosos, atacan y se defienden inoculando con sus dientes anteriores, especialmente acanalados, el poderoso veneno de sus glándulas.

Pueden considerarse también como procedimientos defensivos, dentro de los animales marinos, las particularidades que sobre la defensa de las proles hemos citado al tratar de la reproducción.

Finalmente y como apéndice a este capítulo, creemos de interés citar las especies de animales marinos que, por cualquier causa, pueden ser nocivos al hombre, bien en el curso de la relación más o menos directa que con ellos pueda tener en su propio medio ambiente, bien como consecuencia de su empleo como alimento.

Son tan urticantes para el hombre como para los animales marinos, las picaduras de los órganos urticantes de los celentéreos nidarios.

Las glándulas sexuales de los equinodermos, utilizadas como alimento en algunos países (en Francia son muy estimadas, por ejemplo, las de los erisos de mar), pueden ser venenosas o al menos producir trastornos gastro-intestinales en determinados casos.

Los moluscos, que se alimentan de materia viva o detritica en suspensión en el agua, acumulándola en su interior, cuando viven en las cercanías de los desagües de alcantarillas de ciudades, pueden transformarse en elementos portadores y transmisores de gérmenes patógenos, como los de las fiebres tifóideas, por lo que la legislación sanitaria prohíbe su consumo—y

sobre todo en fresco—, sin una previa depuración.

En otras ocasiones, los moluscos pueden ser nocivos por la presencia en su interior de determinadas toxinas, como ocurre con la mitilitoxina de los mejillones, causante en el hombre de grandes trastornos y que al parecer se produce en estos animales cuando ingieren grandes cantidades de determinados planctófitos como los *Gomulair*.

Los peces, que pueden ser peligrosos para el hombre bajo su simple aspecto de animales predadores, o por ser activos en él, los venenos de púas, aguijones, dientes, etc., a que ya nos hemos referido, pueden ocasionarle trastornos por otras causas.

La sangre de las anguillas, que ingerida por vía oral es perfectamente inócua, es venenosa si se inyecta en vía sanguínea.

Y lo mismo ocurre con la de las rascacios y cabrachos, la de las tembladras y la de las lámpreas, tan estimadas por ejemplo, como alimento, en la región gallega.

Es venenosa la carne del pez erizo (*Diodon*), la del tamboril (*Tetrodon*) y la del pez escopeta (*Balistes*). También son venenosos los hígados del boquidulce (*Heptranchias*), de la cañabota (*Heranchias*) y de las pintarrojas y gatos marinos (*Scylliorhynchus*), como los de los *Squalus* de profundidad que, como es sabido, pueden llevar hidrocarburos en sus aceites.

Finalmente son venenosas y aún mortales para el hombre, las mordeduras de los ofidios marinos.

CAPITULO XVII

LAS ASOCIACIONES DE LOS ANIMALES MARINOS

Hemos expuesto en los capítulos anteriores las condiciones físico-químicas del medio marino y las adaptaciones a ellas experimentadas por los seres que en el mar habitan, viendo que cada uno de ellos o de sus diferentes tipos o especies se acomodaba a la vida en medios de determinadas características, que constituyen sus correspondientes biotopos.

Ahora bien, en esos biotopos, las diferentes poblaciones o colectivos de seres, es decir —las diferentes agrupaciones de seres pertenecientes a determinadas especies, y caracterizadas por poseer en común ciertos caracteres que, dentro de unos límites extremos de variabilidad, pueden presentarse individualmente y con arreglo a determinadas frecuencias dentro de todo el ámbito de aquella variabilidad—, no viven aisladas, sino en una íntima relación de convivencia, interdependencia o competencia, con otras poblaciones o colectivos.

Dejando diferente grado de interdependencia o afinidad existente entre los individuos, colectivos o poblaciones, resulta un cierto número de asociaciones biológicas que son: las asociaciones ambientales; el comensalismo; la simbiosis y el parasitismo.

ASOCIACIONES AMBIENTALES.

Son aquellas originadas por la coexistencia de diversas comunidades de iguales requerimientos ambientales y en las que las vidas de unas y otras no se interfieren, realizándose independientemente. No hay seres predadores ni depredados entre los integrantes de la asociación. El alimento es en estos casos distinto de los seres integrantes de las poblaciones consideradas, siendo aportado, por ejemplo, por las corrientes. La dominancia de una población sobre las otras, desde el punto de vista numérico de sus integrantes, por ejemplo, se debe solamente a la existencia de mejores medios defensivos y a una

mayor capacidad de proliferación en la especie.

La selección en estas asociaciones se verifica por influencias naturales en las que no interviene la competencia. Los seres que no pueden adaptarse a las condiciones ambientales del biotopo (temperatura, salinidad, presión, calidad de los fondos, etc., etc.), son eliminados de la asociación, perdurando solamente aquellos capaces de adaptarse y que frecuentemente se asocian alrededor de una especie o comunidad, la más idóneamente adaptada, que es la que normalmente califica, por su dominancia, a la correspondiente asociación.

Estas comunidades son estables mientras no varían las condiciones de biotopo, pero como esto puede no ocurrir, no es raro observar variaciones en la composición de las asociaciones ambientales. Una alteración de los fondos, debida a factores físicos como la erosión, o biológicos como la acción de animales perforantes que destruyan un fondo rocoso, o la acumulación sobre uno de este tipo, de sedimentos de origen orgánico (calcáreos o silíceos), o de detritos de origen terrígeno, pueden provocar, al cambiar las condiciones del biotopo, una sustitución de las poblaciones que lo habitaban, al ser eliminadas las que no se adaptan a esas nuevas características, dando paso a otras adaptadas a ellas.

EL COMENSALISMO.

Quando dos seres viven conjuntamente obteniendo uno de ellos un beneficio de la asociación, pero sin que el otro se perjudique con la misma, se dice que ambos seres son comensales y que la asociación es un comensalismo.

Muchos ejemplos pueden ponerse de este tipo de asociación entre los seres marinos. Son muy frecuentes los moluscos bivalvos que contienen entre sus valvas a pequeños crustáceos decápodos como

comensales. Determinados gusanos anélidos polinoicos viven como comensales de moluscos anélidos (Chiton), de rayas e incluso de equinodermos, como las estrellas de mar.

Es famoso el comensalismo de determinados peces como los jureles (*Triturus*), que viven al abrigo de las umbrellas de determinadas medusas; o el de los *Fieras-fur* que se refugian en el tubo digestivo de las holoturias; o las *Remora* que normalmente acompañan a los grandes peces.

Los crustáceos copépodos, en los que se dan frecuentísimos casos de las más variadas formas de asociación con otros animales, presentan también casos de comensalismo. Tal ocurre con el suborden de los Notodelfoideos, que —según Wilson—, son comensales en su 80 por 100, de especies de ascidias.

Las ballenas tienen por comensales a algunos cirripodos como *Coronula*, e incluso a algas, como la diatoméa *Cocconeis setacea*, a las que se debe el color amarillo de su piel, cuando proceden de las aguas frías antárticas, en las que vive aquella diatoméa, color amarillo que por su mayor o menor intensidad es exponente del tiempo pasado por las ballenas en aquellas aguas y de su grado de engrasamiento, puesto que en las mismas es donde se produce, en fase eminentemente trófica, la acumulación de las reservas grasas.

La SIMBIOSIS.

Cuando dos o más organismos viven en asociación —frecuentemente constituida siempre por las mismas especies—, y beneficiándose mutuamente, reciben el nombre de simbiosis y la asociación es de simbiosis.

Estas asociaciones pueden ser entre animales o vegetales solamente, o entre vegetales y animales.

En típica la simbiosis de los cangrejos ermitaños con las ctinias. El ermitaño protege su abdomen desnudo en el interior de una concha abandonada y vacía de un molusco gasterópodo y sobre ella se fijan una o varias actinias. Estas protegen al ermitaño merced a sus células urticantes y a su vez se benefician por una mayor facilidad para conseguir el alimento.

Otro caso de simbiosis es el que pre-

sentan determinadas algas verdes (*Zoochlorella*), o amarillas (*Zooxanthella*), que viven asociadas con animales como radiolarios, o en los espacios intercelulares cuando el organismo es pluricelular, o en sus cavidades orgánicas. Aunque no se conoce bien el mecanismo de esta asociación, parece indudable que las algas se benefician de los productos de excreción de los animales con los que se asocian, los que a su vez se ven más fácilmente libres de sus excretas y perciben por otra parte el oxígeno liberado en la fotosíntesis de las algas.

EL PARASITISMO.

Cuando existe una asociación entre dos seres, en la que uno se beneficia en perjuicio del otro, se habla de parasitismo. El ser beneficiado recibe el nombre de aparático y el de huésped el que lo soporta.

Existen numerosísimos casos de parasitismo en la vida marina. Entre los peces son clásicos los de los ciclostomos, que pueden ser parásitos internos o endoparásitos (Género *Myxine*), o externos o ectoparásitos (Género *Petromyzon*).

Son multitud los gusanos parásitos, como también se encuentran múltiples casos de parasitismo entre los crustáceos copépodos.

Los parásitos marinos, como ocurre también con los no marinos, aparte de poder ser ecto o endoparásitos, pueden ser temporal o permanentemente. Algunos pasan una primera fase de vida libre, para ser parásitos después, en forma definitiva, como ocurre por ejemplo con muchos copépodos. Otros, son parásitos facultativos, es decir que buscan el correspondiente huésped cuando les interesa y sólo en determinados momentos, alternando la vida libre con la parasitaria.

También entre los vegetales marinos existen casos de parasitismo, como ocurre por ejemplo con *Chaetoceros*, parasitado por un dinoflagelado del género *Polykella*.

LAS POBLACIONES MARINAS

Como hemos expuesto anteriormente, las asociaciones de seres marinos se verifican entre individuos de diferentes especies y en el caso de las asociaciones ambientales, entre colectivos de éstas o poblaciones.

Ya hemos hablado en diversas ocasiones de las epoblaciones, por lo que creemos conveniente dar ahora una breve explicación de que es lo que se entiende en biología por colectivo o población y cuáles son los procedimientos empleados para caracterizarlas.

Como es sabido, se consideran como pertenecientes a una misma especie a todos los individuos animales o vegetales que poseen características similares y que descienden, por reproducción, de otros también similares a ellos, por poseer las mismas características.

Ahora bien, los individuos integrantes de una misma especie y que por definición son similares, no son sin embargo iguales. Dentro de la similitud de los caracteres específicos, existen determinadas diferencias, a veces insignificantes, que se producen por la influencia de muy diversos factores, pero frecuentemente por la de los ambientales, y que dan origen a lo que se llama variabilidad individual. Esta no es sino la manifestación en cada individuo de cada uno de los posibles casos de la variabilidad específica, comprendida entre dos valores límites que son los menos frecuentes, ya que la mayor frecuencia corresponde a un valor medio, que es el más característico.

Las especies se diferencian unas de otras por la totalidad de sus caracteres, tanto los morfológicos como los anatómicos, fisiológicos, biológicos, ecológicos, etc., aunque tales diferencias puedan ser frecuentemente difíciles e incluso prácticamente imposibles de apreciar. Pero establecida la individualidad específica, es frecuente que basten o que se empleen solamente algunos de aquellos caracteres, los más notorios, para diferenciarlas.

Pero, insistimos, cada carácter específico tiene una determinada variabilidad, que se manifiesta en los individuos en la forma de la variabilidad individual, y no provocada al azar, sino respondiendo a determinadas influencias, frecuentemente ambientales y que suelen actuar en las diversas fases del desarrollo embrionario, para quedar después patentes a lo largo del resto de la vida del ser.

Por ejemplo: el número de vértebras de un pez es un carácter específico que puede variar entre determinados límites. En el proceso del desarrollo embrionario, den-

tro del huevo, el número de vértebras, determinado por la proliferación de un metástemo terminal de la columna vertebral, el urcostilo, progresa más o menos, al parecer en función de la temperatura del agua en que se incuban los huevos, fijándose en el momento de la eclosión.

Por lo tanto, dentro de los límites de la variabilidad de este carácter, todos los individuos que nazcan de una misma puesta, incubada a la misma temperatura del agua, tendrán el mismo número de vértebras, que será diferente del que posea otra población nacida en otra área geográfica, bajo distintas condiciones térmicas, o en la misma, en otra generación anterior, si las condiciones de temperatura fueron diferentes.

Cada un de esas generaciones, que tendrán una fórmula vertebral determinada, pero también otros caracteres igualmente determinados por las condiciones ambientales, dentro de la correspondiente variabilidad específica, formarán una población o colectivo, a los que, por estar vinculados a las influencias geográficas, se les ha dado también el nombre de *razas*, con el consiguiente error, que da lugar a confusiones, puesto que una *razas*, es algo muy diferente que una población o colectivo.

Decíamos que las especies se diferenciaban por todos sus caracteres, pero que sólo se utilizaban los más notorios para diferenciarlas. Lo mismo ocurre con las poblaciones, puesto que son los mismos caracteres específicos los que las determinan, y por ello, en su caracterización sólo se emplean aquellos que son más fácilmente mensurables, es decir, los métricos, los merísticos y los morfológicos. En el caso de los peces, por ejemplo, la talla, las dimensiones de las diferentes partes y órganos del cuerpo, el número de radios de las aletas, de escamas, de branquipinas, vértebras, etc., etc.

Como es natural, aunque una población nazca bajo determinadas condiciones ambientales, no todos los individuos que la integran tienen exactamente los mismos caracteres, pues como decíamos anteriormente, dentro de la variabilidad específica, está la individual, y aparte de que las poblaciones suelen estar integradas por más de una generación, cuyas características propias pueden ser diferentes. Por ello, el estudio de una población, para su

identificación por los valores medios de sus caracteres, hay que hacerlo a base del reconocimiento individual del mayor número posible de ejemplares y en muestras lo más representativas posible de la población de que procedan.

Como esto último es difícil de conseguir frecuentemente, por la selectividad de los procedimientos de captura, y como casi nunca es fácil acopiar suficiente número de datos para evitar los errores debidos a la casualidad, es necesario someter los datos a un cálculo estadístico y a la obtención de sus correspondientes errores, para lo que son necesarios los siguientes datos y cálculos, que exponemos en forma sumaria y sin entrar en su explicación o discusión.

1.º Número de ejemplares estudiados. Se designa por «N».

2.º Variables que se consideran. Se designan por «x», «y», etc.

3.º Valores numéricos de las anteriores variables. Se denominan «v».

4.º Frecuencia de cada valor «v». Se designa por «f».

5.º Media aproximada de cada valor «v», frecuentemente coincidente con la moda o valor más frecuente. Se designa por «M».

6.º Diferencia entre cada valor «v» y la media aproximada «M», que como es lógico, puede ser positiva o negativa. Se designa por «D».

7.º Cuadrado de los valores anteriores. Se designa por «D²».

8.º Producto de multiplicar las diferencias «D» de cada variable, por sus correspondientes frecuencias «f». Se designa por «f D».

9.º Producto de multiplicar los cuadrados de las diferencias («D²»), por sus correspondientes frecuencias. Se designa por «f D²».

10.º Producto de multiplicar las diferencias «D», de cada variable, es decir, «D_x» «D_y», etc., por sus respectivas frecuencias. Se designa por «f (D_x · D_y)».

Con los datos anteriormente expuestos se procede a los siguientes cálculos y para la obtención de los siguientes valores:

I.—Cuando se trata del estudio de un sólo carácter.

A. Factor de corrección de la media aproximada «M». Se denomina «u» y es igual al cociente de dividir la suma algebraica de «f D», por N.

$$u = \frac{\sum f D}{N}$$

B. Media real. Se designa por «M» y es igual a la media aproximada, más la suma algebraica de «u».

$$M = M' + u$$

C. Desviación Standard. Se designa por «s» y es igual a la raíz cuadrada del cociente de dividir la suma de los cuadrados de las diferencias por sus correspondientes frecuencias, por N, menos el cuadrado de «u».

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum f D^2}{N} - u^2}$$

D. Error probable de la media. Se designa por «Ep M» y es igual al cociente de dividir la desviación standard, multiplicada por el factor 0,6745, por la raíz cuadrada de N.

$$Ep M = \pm \frac{s \cdot 0,6745}{\sqrt{N}}$$

E. Error probable de la desviación Standard. Se designa por «Ep s» y es igual al cociente de dividir el producto de la desviación standard multiplicado por el factor 0,6745, por la raíz cuadrada del doble de N.

$$Ep s = \pm \frac{s \cdot 0,6745}{\sqrt{2N}}$$

F. Fluctuación probable de la media. Se designa por «Fl M», y es igual al producto de multiplicar el error probable de la media «Ep M», por 5.

$$Fl M = \pm Ep M \cdot 5$$

II.—Cuando se trata de la posible correlación entre dos variables, por ejemplo, de saber si existe interdependencias entre el crecimiento relativo de las diversas partes del cuerpo o de determinar la regresión, es decir, las intensidades relativas de las variables correlacionadas.

G. Coeficiente de correlación. Se de-

signa por " r_{xy} " y es igual al producto de multiplicar el cociente del producto de las diferencias D'_x y D'_y por sus correspondientes frecuencias ($\sum D'_x \cdot D'_y$), por N , menos el producto de u_x y u_y , por el inverso del producto de las dos desviaciones standard.

$$r_{xy} = \left(\frac{\sum (d'_x \cdot d'_y)}{n} - u_x \cdot u_y \right) \cdot \left(\frac{1}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \right)$$

H. Error probable del coeficiente de correlación. Se designa por $Ep \ r_{yx}$, y es igual al producto de multiplicar la diferencia de la unidad menos el cuadrado del coeficiente de correlación, partido por raíz cuadrada de N , por el factor 0,6743.

$$Ep \ r_{xy} = \pm 0,6743 \cdot \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{N}}$$

I.—Coeficiente de regresión. Se designa por b_{xy} y es igual al producto de multiplicar el coeficiente de correlación por el cociente de dividir las dos desviaciones standard.

$$b_{xy} = r_{xy} \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \quad \text{ó} \quad b_{yx} = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$$

También puede calcularse por las siguientes fórmulas:

$$b_{xy} = \frac{\sum (d'_x \cdot d'_y)}{\sum (d'^2_y)} \quad \text{ó} \quad b_{yx} = \frac{\sum (d'_x \cdot d'_y)}{\sum (d'^2_x)}$$

TERCERA PARTE

LA FLORA Y LA FAUNA MARINAS

CAPITULO XVIII

RESERVA DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE VEGETALES MARINOS

Lo mismo que haremos a partir del capítulo siguiente con los grupos de animales marinos, damos en éste una breve reseña de los de vegetales que viven en el mar, con exposición de algunas de sus características y principales ejemplos.

No se trata de un tratado de botánica y zoología marinas, que no cabe dentro de un libro de este tipo. Por ello los datos que damos son sumarios y estarán acompañados, cuando proceda, de breves cuadros que expondrán en la forma más explícita posible la composición o división taxonómica de cada grupo de plantas o animales que se trate.

Los vegetales que pueblan el mar pertenecen a los dos grandes grupos en que se dividen las plantas, a las Talofitas y a las Cormofitas, siendo muy reducido el número de las segundas.

TALOFITAS.

Son plantas constituidas por células indiferenciadas, unicelulares o pluricelulares, que forman colonias, filamentos, láminas, etc., sin vasos, raíces, hojas ni flores, y que se presentan en la forma de un talco de aspecto variable, que desempeña todas las funciones de la planta. La reproducción es por división, excispa-

ridad o esporulación y sexual de diversas modalidades.

Las clases de talofitas marinas, siguiendo la clasificación de Gola, son las siguientes: Esquizomicetos o Bacteriales; Esquizofíceas o Cianofíceas; Flageladas; Bacilariales o Diatomáceas; Peofíceas o algas pardas; Clorofíceas o algas verdes y Rodofíceas o algas rojas.

CLASE ESQUIZOMICETOS O BACTERIALES

Plantas unicelulares, carentes de núcleo diferenciado. No hay reproducción sexual. Se multiplican por división directa. Son frecuentemente heterótrofas, pero pueden ser también autótrofas especiales (nitrobacterias, sulfobacterias). Comprenden a las formas celulares más pequeñas de los reinos vegetal y animal. Son ejemplos *Nitrosomonas* y *Nitrosococcus*.

CLASE ESQUIZOFÍCEAS O CIANOFLORAS

También unicelulares y sin núcleo diferenciado. No hay reproducción sexual. La multiplicación es por simple división en las células aisladas, o por células especiales denominadas hormogonios, en las

filamentosas coloniales. Son autótrofas, con clorofila y un pigmento azul, la ficocianina, que les da su color azul característico. Los pigmentos están difundidos en los protoplasmas, sin formar plastos diferenciados. Entre las principales fami-

lias de cianofíceas están las crocócáceas (Género *Gleocapsa*), las lingbiáceas (Género *Oscillaria*), las rivulariáceas (Géneros *Calothrix* (fig. 125) y *Rivularia*), las sirosifonáceas (Género *Mastigocoleus*) y las nostocáceas (Género *Nostoc*).

CLASE

FAMILIAS

Géneros

BACTERIALES O CIANOFICEAS.....

Crocócáceas	<i>Gleocapsa</i> .
Lingbiáceas	<i>Oscillaria</i>
Rivulariáceas	<i>Calothrix</i>
	<i>Rivularia</i>
Sirosifonáceas	<i>Mastigocoleus</i>
Nostocáceas	<i>Nostoc</i> .

CLASE FLAGELADAS

Plantas unicelulares, con citoplasma y núcleo diferenciados; frecuentemente con la membrana incrustada de sílice (silicoflageladas y peridiniales). Provistas de flagelos. Autótrofas, por la presencia de clorofila principalmente. Multiplicación por división o sexualmente. Muy afines a los zooflagelados, de los que son a veces difíciles de distinguir, pareciendo ser estos seres, aquellos en los que se ve-

rifica la separación de los reinos animal y vegetal.

Esta clase comprende a los órdenes de los Silicoflagelados, Heterocontas y Peridiniales. A este último orden pertenecen las más típicas especies de la clase, frecuentísimas en el fitoplancton, como son *Dynophysis*, *Peridinium* y *Ceratium*.

La distribución en los principales órdenes, familias y géneros es la siguiente:

CLASE

ORDENES

FAMILIAS

Géneros

FLAGELADAS ...

Silicoflagelados ...		<i>Dictiocha</i> .
Heterocontas ...		<i>Halosphaera</i> .
	Procentríaceas ...	<i>Prorocentrum</i> .
	Dinofisiáceas ...	<i>Dynophysis</i> .
Peridiniales ...		<i>Gonistaur</i>
	Peridiniáceas ...	<i>Ceratium</i> .
		<i>Peridinium</i> .
	Phodiniáceas ...	<i>Pyrocistis</i> .

Junto con las algas flageladas, y como grupo afín a ellas en la composición del nanoplancton, se sitúan los cocolitofóridos que como es sabido, tienen principalísima importancia por el volumen que de aquel suponen, que en algunos mares, como en el Mediterráneo, llega a alcanzar hasta el 50 por 100 del mismo.

das o reunidas en colonias, con las membranas fuertemente impregnadas de sílice, que constituye un esqueleto especial, en forma de caja de dos valvas, de estructura delicadamente estriada y con dibujos característicos de cada especie. Son autótrofas, con reproducción asexual o sexual por medio de auxosporas. Son ejemplares de este grupo de algas los géneros *Coccolithodiscus*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Bidulphia*, *Bacillaria* y *Pleurosigma*, correspondientes a tres órdenes, los de las Metosiraes, Cimbaleas y Naviculaceas.

CLASE BACILARIALES O DIATOMEAS

Algas unicelulares microscópicas, alga-

CLASE FEOFICEAS O ALGAS FÁRDAS

Para algunos autores, se reúnen con las anteriores en la clase de las *Phaeophyta*. Son pluricelulares, con el talo muy diferenciado exteriormente, hasta el extremo de presentar frecuentemente el aspecto de una cormofita, por la presencia de falsas raíces (rizoides), un falso tallo (estipe) y un fronde que, por estar frecuentemente escindido, semeja poseer hojas.

El talo es frecuentemente laminar. Pueden reproducirse por escisiparidad (*Sargassum*), pero también por reproducción asexual (esporas) o sexual.

La clase comprende a las siguientes principales familias:

Familia Cutleriáceas. Con el fronde plano, irregular y muy ramificado, con ramas irregulares terminadas por largos pelos. Talos libres erguidos como en *Cutleria*, o adheridos a las rocas como en *Zanardinia*. Reproducción sexual heterogámica.

Familia Laminariáceas. Talo macizo, formado por una lámina foliácea y sostenido por un estipe con medula y zona cortical, que puede ser sencillo (*Laminaria*) (figs. 118 y 119) o ramificado (*Lesonia*).

El fronde puede ser entero (*Laminaria saccharina*) (fig. 118) o palmado (*Laminaria ochroleuca*, *Laminaria flexicaulis*

(fig. 119), *Sacchariza bulbosa*). A veces, de dimensiones extraordinarias, como *Macrocystis pyrifera*, que alcanza hasta 300 metros de longitud. La reproducción es solamente por esporangios.

Familia Ectocarpáceas. Talos formados por filamentos desnudos, con una capa cortical. Reproducción asexual por zoosporangios y sexual por isogametos. Géneros *Ectocarpus* y *Dermarestia*.

Familia Fucáceas. Talo tabicado, coriáceo y hasta leñoso en los estipes viejos. Frondes provistos de vesículas llenas de aire que hacen el efecto de flotadores. Anteridios y arquegonios situados en el fondo de criptas especiales, comunicantes con el exterior por medio de un canal. Entre los géneros principales están *Fucus*, *Ascophyllum*, *Himanthalia*, *Cystoseira* y *Sargassum* (fig. 106).

Familia Dictiotáceas. Frecuentemente con el talo incrustado de sales calizas, rastrero o erguido, foliáceo o lineal. Ramificado dicotómicamente o desgarrado en forma irregular. Los esporangios, irregularmente distribuidos por la superficie del talo, en mechones de pelos dispuestos en áreas circulares. Entre los principales géneros están *Dictyota* (fig. 120) y *Padina* (fig. 117).

La clasificación de familias y géneros de esta clase es la siguiente:

CLASE	FAMILIAS	Géneros.
FEOFICEAS O ALGAS FÁRDAS	Cutleriáceas	<i>Cutleria</i> , <i>Zanardinia</i> .
	Laminariáceas	<i>Laminaria</i> , <i>Sacchariza</i> , <i>Macrocystis</i> .
	Ectocarpáceas	<i>Ectocarpus</i> , <i>Dermarestia</i> .
	Fucáceas	<i>Fucus</i> , <i>Ascophyllum</i> , <i>Himanthalia</i> , <i>Cystoseira</i> , <i>Sargassum</i> .
	Dictiotáceas	<i>Dictyota</i> , <i>Padina</i> .

CLASE CLOROFICEAS O ALGAS VERDES

Algas unicelulares o pluricelulares, autótrofas, con clorofila, con organización semejante en muchos aspectos a la de las flageladas. Núcleos celulares bien diferenciados. Reproducción asexual por escispicidad, por esporas, o sexual. Tanto las esporas como los gámetos son flagelados, con dos flagelos frecuentemente, pero a veces con cuatro o más. Talo de formas muy variadas.

La clase comprende a las siguientes y principales familias:

Familia *Protococáceas*. Células aisladas, libres, inmóviles o móviles, nadadoras o fijas. Reproducción por zoocarpas o por gametos móviles. Género *Protococcus*.

Familia *Conferváceas*. Talo pluricelular, con células aparentemente plurinucleadas, filamentosas, simple o ramificado, a veces plano y de una sola capa de células (*Uloth*) (fig. 123). Reproducción por escispicidad, zoocarpas o sexual isogámica. Entre los géneros principales están: *Enteromorpha* (fig. 124) *Uloth*, *Chaetomorpha* y *Cladophora* (fig. 122).

Familia *Sinfonáceas*. Talo con células uninucleadas, formando filamentos simples o ramificados. Cuando son laminares, con más de una capa de células. A veces con aspecto saciforme, y entonces con las paredes de la bolsa monoestratificadas. Reproducción sexual isogámica. Entre los géneros pueden citarse *Bryopsis* (fig. 121), *Codium*, *Vaucheria* y *Halimeda*.

La clasificación en familias y géneros de las Clorofíceas es la siguiente:

CLASE	FAMILIAS	Géneros.
CLOROFICEAS	Protococáceas	<i>Protococcus</i> .
	Conferváceas	<i>Enteromorpha</i> .
		<i>Uloth</i> .
		<i>Chaetomorpha</i> .
	Sinfonáceas	<i>Cladophora</i> .
		<i>Bryopsis</i> .
		<i>Codium</i> .
		<i>Vaucheria</i> .
		<i>Halimeda</i> .

CLASE RODOFICEAS

Algas pluricelulares, con clorofila y ficoeritrina. Reproducción vegetativa por esporas o sexual especial y por aparato tricoespórico. Talo filamentosos o ramosos, a veces con las ramificaciones anastomosadas o verticiladas.

Comprenden a las siguientes principales familias:

Familia *Bangiales*. Talo delgado, con una sola capa de células, formando frondes anchos, que parten de un disco basal o filamento. Género *Porphyra* (fig. 115).

Familia *Helminthocladiales*. Talo formado por filamentos viscosos, cilíndricos y ramificados. Género *Nemalion*.

Familia *Gelidiales*. Talo erguido, originado en un disco basal, plano o cilin-

drico, con las ramificaciones opuestas y terminadas en acículos o en masas. Las esporas nacen en las partes hinchadas de las ramificaciones extremas. Género *Gelidium* (fig. 108).

Familia *Gigartinales*. Frondes muy poliformes, erguidos, lineales, cilíndricos o foliáceos, planos y cartilaginosos. Géneros *Chondrus* (fig. 112), *Gigartina* (figura 111), *Callimeda*, etc.

Familia *Esirococcales*. Talo originado en un disco basal o en rizoides. Formado por ramificaciones cilíndricas o comprimidas, o por frondes foliáceos muy anchos y cilíndricos o estrechos y pelosos. Género *Gracilaria* (fig. 110).

Familia *Rhodmeniales*. Frondes palmados, originados en un disco basal, a veces membranosos y polimorfos, con

numerosos foliolos. Géneros *Rhodomenis* (fig. 107), *Chylocladia* (fig. 104), etc.

La división en familias y géneros es la siguiente:

CLASE	FAMILIAS	Géneros.
RODOFICEAS	Bangiáceas	<i>Porphyra</i> .
	Helminthocladiáceas	<i>Nemalion</i> .
	Gelidiáceas	<i>Gelidium</i> .
	Gigartiniáceas	<i>Chondrus</i> , <i>Gigartina</i> , <i>Callimene</i> .
	Esferococáceas	<i>Gracilaria</i> .
	Rodimeniáceas	<i>Rhodomenia</i> , <i>Chylocladia</i> .

CORMOFITAS

Plantas con aparato vegetativo, con tallo y hojas diferenciadas.

Las cormofitas, como es sabido, se dividen en espermitas y arquegoniadas. Las primeras, subdivididas en briofitas y teridofitas, carecen de representantes marinos.

Las segundas se dividen en gimnospermas y angiospermas, de las que sólo las segundas están representadas en el mar. Se caracterizan, por tener óvulos contenidos en ovarios, que posteriormente constituyen la cubierta del fruto.

Las angiospermas comprenden a dos clases, mono y dicotiledóneas. Son solamente las primeras, y dentro de ellas, la familia de las *Najádaceas*, (subclase *Apétales*, y orden, *Najádidas*), las marinas, estando caracterizadas dentro del orden, por tener las semillas sin albumen.

Son plantas siempre acuáticas, anuales o vivaces y con rizoma. Los tallos son ramificados y con raíces en los nudos inferiores. Las hojas son frecuentemente alternas, envainadoras y con estípulas. A

veces, hojas sentadas y muy largas (*Zosteras*).

Flores sin cáliz, unisexuales y monoicas o dioicas, o hermafroditas.

Comprende a las tres tribus siguientes:

Tribu *NAYADEAS*. Flores unisexuales dioicas. *Cymodocea* arqueona, se encuentra en el litoral mediterráneo.

Tribu *ZOSTERAS*. Flores unisexuales monoicas. El género *Zostera* es eminentemente marino y tiene dos especies en nuestro litoral: *Z. nana* y *Z. marina*, esta última en el Atlántico y en el Mediterráneo.

Tribu *POTAMOGETONEAS*. Flores hermafroditas. Dos géneros *Ruppia* y *Posidonia*, tienen representantes marinos. El primero con una especie, *Ruppia maritima*, que vive también en aguas salobres, se encuentra en las costas gallegas y atlánticas andaluzas. *Posidonia* tiene una especie, *P. australis* (fig. 126), también del Mediterráneo y del Atlántico.

La clasificación de las fanerogamas marinas es:

CLASE	SUBCLASE	ORDEN	FAMILIA	TRIBU	Géneros
MONOCOTILEDONEAS	APETALAS	<i>Najadeas</i>	<i>Najádaceas</i>	<i>Najadeas</i> ...	<i>Cymodocea</i> .
				<i>Zosteras</i> ...	<i>Zostera</i> .
				<i>Potamogetoneas</i> ...	<i>Ruppia</i> , <i>Posidonia</i> .

CAPITULO XIX

LA FAUNA MARINA. CARACTERES GENERALES DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ANIMALES MARINOS

Así como en cuanto se refiere a los vegetales marinos, son realmente pocos los que integran la flora de los mares, no ocurre lo mismo en lo que concierne a los animales. Son muy escasos los grupos de animales que carecen de representantes en el mar. De los ciento sesenta y tantos órdenes existentes de animales, solamente cinco no tienen formas marinas, y si se consideran las clases solo una, entre algunas más de sesenta, carece de representantes en la fauna de las aguas marinas.

No procede en este libro hacer un estudio detenido de los diferentes grupos zoológicos, que puede encontrarse en cualquier zoología. Por ello, nos limitaremos a hacer una sucinta exposición de sus características más notables, dando solamente mayor extensión a aquellos casos que, por tratar de animales industrialmente útiles al hombre, merecen a nuestro juicio un mayor detenimiento en la exposición de sus caracteres, biología, pesca o industrialización.

El resumen general de los principales grupos de animales marinos, desde los «Filum» hasta los «Ordenes», se expone, en forma de cuadro sinóptico, al final de estos capítulos.

FILUM PROTOZOARIOS

Organismos muy sencillos, unicelulares o a lo más formando colonias. Dotados de movimiento por medio de diversos procedimientos: falsos pies o pseudópodos, flagelos, cirros o pestañas vibrátiles, que en cada caso caracterizan a las tres clases de estos animales que viven en el mar (hay otros protozoarios que no son marinos, como los esporozoarios) y que son respectivamente los RIZOPODOS, los FLAGELADOS y los INFUSORIOS o CILIADOS.

CLASE RIZOPODOS

Caracterizados por la presencia de pseudópodos o falsos pies, como elementos locomotores y para la prensión del alimento. En atención a que los pseudópodos posean o no un esqueleto interno rígido, se dividen en dos órdenes: Foraminíferos y Radiolarios.

ORDEN FORAMINÍFEROS.

Los pseudópodos carecen de ejes esqueléticos y son delgados, reticulados y frecuentemente anastomosados. Existe un esqueleto calcáreo perforado, en cuyo interior está el núcleo celular, que puede contener una o más cámaras (monotálamos o politálamos). Los principales foraminíferos son por ejemplo, las Globigerinas, que ya hemos citado al tratar de las clases de sedimentos marinos de origen orgánico.

ORDEN RADIOLARIOS.

Los pseudópodos tienen un esqueleto axil, de carácter silíceo, que parte de una cápsula central, de la misma composición, en cuyo interior está la célula. Entre los principales radiolarios, que también citamos al tratar de los sedimentos marinos, están *Thalassicoila*, *Arachnoria*, et. (fig. 127).

CLASE FLAGELADOS

Se caracterizan, como en el caso de las algas del mismo nombre, con las que tienen marcadísimos puntos de semejanza y parentesco, por la presencia de flagelos como órganos de locomoción. Los zooflagelados están representados, por ejemplo, por las Noctífacs (fig. 128), típicas por la producción de fosforescencia o luminiscencia a que dan lugar en las aguas marinas.

CLASE CILIADOS O INFUSORIOS

El movimiento se produce por la acción de cilios o pestañas vibrátiles. El grupo de infusorios marinos más importantes es el de los diminutos tintinóideos o tintinidos, caracterizados por la presencia de una especie de esqueleto o loripa, de forma frecuentemente campanular o tubiforme, en cuya abertura anterior y circundando su borde, se encuentran las pestañas vibrátiles. Entre los principales ejemplos está el género *Tintinopsis*, que da nombre al grupo.

FILUM ESPONGIARIOS

Son metazoarios sin celoma, con la pared del cuerpo perforada por un gran número de orificios o poros, denominados inhalantes, por los que entra el agua, que posteriormente sale por otros exhalantes o por uno principal u ósculo. Las paredes del cuerpo están formadas por un ectodermo epidérmico, integrado por unas células especiales denominadas pinacocitos; una capa intermedia, que es un mesodermo no bien diferenciado, y en cuyo interior aparece un esqueleto que puede tener diversa composición química y consistencia, según sea calcáreo, silíceo o córneo; un epitelio interno o atrial, que tapiza o la cavidad única de la esponja o las múltiples que en otros casos pueden existir, que corresponde al endodermo y que se caracteriza por la presencia de unas células típicas, denominadas coanocitos.

Por la constitución y consistencia de sus formaciones esqueléticas las esponjas se dividen en dos clases: calcáreas e incalcáreas.

CLASE CALCAREAS

El esqueleto está formado por espículas de carbonato cálcico. Los coanocitos son de gran tamaño. Comprende dos órdenes:

1.º ORDEN HOMOCÉLOS.

Se llaman también áscones, y tienen la cavidad atrial tapizada de coanocitos. Las paredes del cuerpo están perforadas por poros regularmente distribuidos. Como ejemplos, pueden citarse *Olynthus*, *Ascondra*, *Ascarta*, etc.

2.º ORDEN HETEROCÉLOS.

Llamados también sícones. Los coanocitos tapizan solamente los canales radiales y los poros están irregularmente distribuidos. Como ejemplos, *Sycon*, *Leucardia*, etc.

CLASE INCALCAREAS

Las espículas del esqueleto son de composición silíceo, o córneo, o no existen. Los coanocitos son muy pequeños. En atención a la forma de las espículas, la clase se divide en dos subclases:

SUBCLASE TRIAXONIAS

Cuando hay espículas, éstas son triaxiales. Las celdillas de las paredes son amplias. Hay dos órdenes:

1.º ORDEN MIXOSPONGIAS.

Carecen de esqueleto espicular silíceo, como ocurre, por ejemplo, en *Hefisarea*, o lo tienen córneo, como en el caso de *Chondilla*.

2.º ORDEN HEXANTINÉLIDAS.

Con esqueleto silíceo. Por ejemplo, *Euplectella* y *Hyalonema*.

SUBCLASE DEMOSPONGIAS

Tienen las celdillas de pequeño tamaño y las espículas con uno o cuatro ejes. Comprenden a tres órdenes:

1.º ORDEN TETRAXINÉLIDAS.

Con las espículas tetraxiales (*Geodia*).

2.º ORDEN MONAXÓNIDAS.

Con las espículas formando un solo eje (*Thetia*).

3.º CERATOSPONGIAS.

Sin espículas; con el esqueleto formado solamente por la presencia de espongina. Comprende a las esponjas utilizadas por el hombre, pertenecientes a los géneros *Euspongia* (figs. 129 y 130) e *Hipospongia*.

LAS ESPONJAS ÚTILES AL HOMBRE

Pertenece al orden de las ceratosponjas, es decir a las que carecen de espículas silíceas o calizas, y en las que el esqueleto está formado por una trama de

esponjina, sustancia córnea y elástica a la que deben estas esponjas su carácter típico de elasticidad, capacidad de absorción de líquidos, etc., etc.

Suelen encontrarse en la región litoral, fijas al fondo, sobre diversos soportes, aunque también pueden vivir a grandes profundidades, incluso las de la región abisal.

El número de especies de esponjas utilizadas por el hombre es reducido, perteneciendo principalmente a los géneros *Euspongia* e *Hippospongia*, que como las restantes especies, son difíciles de determinar para los no especialistas, ya que poseen un extraordinario polimorfismo y policrotismo.

La forma varía muchísimo, debido a que se trata de uno de los pocos grupos zoológicos en los que no existe simetría alguna, ni radiada ni bilateral, y en el que el crecimiento, por realizarse normalmente por gemación, no responde a plan alguno determinado.

Estas esponjas están ampliamente repartidas por los mares tropicales y subtropicales, siendo abundantes en el Mediterráneo, donde son objeto de explotación intensa, como ocurre también en los mares cálidos norteamericanos.

Las especies explotadas por el hombre, según Besnard, son las siguientes:

ESPONJAS DEL MAR MEDITERRÁNEO.

1. *Euspongia officinalis*.—Variedad molística. Esponja de baño o de copa: Mediterráneo Oriental, Siria, Creta, Chipre, Archipiélago griego, Túnez.

2. *Euspongia officinalis*.—Variedad camelis. Esponja de oreja de elefante: Provenza, Dalmacia, Archipiélago griego, Egipto, Túnez, Argelia, Baleares y Lampedusa.

3. *Euspongia zimocca*.—Esponja de baño. Esponja de Turquía, Mediterráneo oriental, Adriático, Túnez, Archipiélago griego, costa de los Dardanelos, Creta, Chipre, Córcega, Lampedusa.

4. *Hippospongia equina*. Variedad elástica. Todo el Mediterráneo, Mar Rojo. También en Australia y en Nueva Zelanda.

ESPONJAS DE LOS MARES AMERICANOS.

1. *Hippospongia canalicula*.—Variedad gossypina. Esponja de sábanas. Golfo de

Méjico, Florida, Bahama, Grandes y Pequeñas Antillas, Honduras.

2. *Hippospongia equina*. Variedad elástica. Florida, Honduras, Haití, Antillas. También en Australia y Nueva Zelanda.

3. *Hippospongia equina*. Variedad meandriiformis. Esponja de terciopelo. Jamaica, Pequeñas y Grandes Antillas, Florida, Bahama, Cuba, Méjico y Honduras.

4. *Hippospongia equina*. Variedad cerebriformis. Florida, Cuba, Bahama, Méjico y Honduras.

5 a 8. *Hippospongia equina*. Variedades típica, plana, dística y calciiformis. Esponjas de pradera, Florida.

9. *Hippospongia equina*. Variedad oscura. Bahama y Honduras.

10. *Hippospongia canalicula*. Variedad flabellum. Esponja de guante. Florida y Bahama.

11 a 15. *Euspongia officinalis*. Variedades rotunda, disciformis, tabulifera, pertusa y mollis. Esponjas de Arrecife, Florida, Cuba y Honduras.

16 a 19. *Euspongia officinalis*. Variedades rotunda, agarricina, coriosa y elongata. Esponjas de escabeza duras. Bahama, Honduras y Cuba.

20. *Euspongia officinalis*. Variedad tubifera. Esponjas de escabeza duras.

21. *Euspongia agarricina*. Variedad punctata.

22. *Euspongia irregularis*. Variedad pertusa. Esponja de escabeza duras, esponja amarilla. Bahama, Honduras, Haití y Cuba. También Ceilán, Australia y Oceanía.

Dado el extraordinario polimorfismo de las esponjas y desde el punto de vista de su utilización, importa menos la especie a que pertenezcan que lo que se llaman sus equalidades comerciales, las que a su vez dependen de la edad, el procedimiento de pesca empleado y el tratamiento a que son sometidas antes de su empleo, ya que todos esos factores pueden influir en las propiedades que una esponja debe reunir, y que son principalmente: suavidad, una gran capacidad de elasticidad, de absorción y retención de líquidos en su interior, y gran volumen.

LA PESCA DE LAS ESPONJAS.

Se realiza por los siguientes procedimientos principales:

1.º **Buceo a cuerpo limpio.** Es el procedimiento antiguo, lanzándose el buceador al fondo, sin aparato alguno de respiración, para arrancar las esponjas del mismo, en su breve permanencia en inmersión. Es extremadamente inadecuado, peligroso y de poco rendimiento. La permanencia bajo el agua, por término medio, no puede sobrepasar a los setenta segundos, contando el tiempo de inmersión y ascenso a la superficie. Las inmersiones han de distanciarse de cinco a diez minutos, para descanso del buceador. Uno experimentado, no puede realizar arriba de una veintena al día, lo que supone, en las mejores condiciones de éxito en la captura, un máximo de unos 90 kilos de esponjas vivas por jornada, que después de secas se reducen a poco más de un kilo. Y, aparte de que la práctica de este tipo de buceo no puede realizarse durante muchos años, pues raro es que los buceadores no enfermen gravemente, cuando no mueren, por afecciones cardíacas o pulmonares.

2.º **Buceo mediante escafandras.**—Es el que actualmente tiene más difusión y éxito. Comenzó por el empleo de las escafandras típicas y clásicas de buzo, y en la actualidad comienza a realizarse con las autónomas, que permiten mayor duración en las inmersiones y libertad de movimiento, al no estar el buceador ligado a la superficie por tubo respiratorio ni cabo alguno.

3.º **Pesca con flaga.**—Es una especie de arpón con varios dientes, de tres a cinco, provisto de un largo mango que puede alcanzar hasta a una quinceena de metros y que se maneja desde una embarcación, después de haber localizado las esponjas con un antejo de agua, es decir, una especie de cubo o balde, con fondo de cristal, colocado a veces en el de la embarcación, y que permite ver con claridad, al eliminar los reflejos de la luz en la superficie del agua, por el movimiento de ésta.

El procedimiento es bueno en cuanto se refiere a la posibilidad de pescar las esponjas, pero tiene el inconveniente de que frecuentemente las desgarran con los dientes de los arpones.

4.º **Pesca con garrafil.**—Es una especie de draga, similar a la empleada para la pesca de las ostras y otros moluscos, que

se rastrea desde una embarcación. Es el procedimiento normalmente empleado en Sicilia para fondos de hasta una veintena de metros. Pero como en el caso de la flaga, ofrece el inconveniente de desgarrar no pocas esponjas, aparte de que por tratarse de un aparejo no selectivo, pesca tanto a las grandes como a las pequeñas y produce grandes destrozos en los fondos, por lo que existe la tendencia a prohibir su empleo, o por lo menos a limitarlo a determinadas zonas y profundidades de las costas.

PREPARACIÓN DE LAS ESPONJAS.

El procedimiento consiste, como es natural, en la destrucción de la materia viva, para dejar solamente la trama alveolar de esponjina.

Una vez pescadas, se comienza por dejarlas al sol para iniciar el proceso de descomposición de la materia viva, que se acelera sometiendo a los ejemplares, de cuando en cuando, a un batido o machacado, que favorece el desprendimiento, sobre todo en su interior, de aquella materia viva en descomposición. A continuación se las somete a una maceración en agua dulce, alternada con sucesivas exposiciones al sol. El tratamiento suele terminar aquí, quedando la esponja en condiciones de ser recortada para darle forma comercial. Pero en determinados casos, para usos especiales, el tratamiento se continúa con decoloraciones, para darles blancura y mayor suavidad, lo que si se consigue, implica sin embargo una reducción notable de su capacidad de duración e incluso de absorción del agua, por destrucción parcial de su estructura interna y de los alvéolos de su trama.

USO DE LAS ESPONJAS.

Se destinan principalmente a la limpieza de objetos en sus más variados aspectos y categorías, por la cualidad de poder retener grandes cantidades de líquido en su interior. También se usan para realizar impregnaciones, por ejemplo en los tejidos, o para pulimentar superficies en procesos de pintura, en sus últimas fases de preparación.

EL CULTIVO DE LAS ESPONJAS.

Aunque la aparición en los mercados de las esponjas sintéticas ha producido un notable descenso en la demanda de las

esponjas naturales, su pesca y preparación tienen una suficiente importancia para que se piense en la posibilidad de su cultivo. La reproducción de las esponjas se verifica de diversos modos. Hay una reproducción sexual, pero además, y fundamentada en el crecimiento por gemación de estos animales, existe un proceso de multiplicación por escispicidad, es decir, que un fragmento de esponja separado de un individuo y colocado en el fondo, no sólo no muere, sino que se fija y continúa creciendo hasta reconstruir un nuevo ejemplar.

Aunque el procedimiento es factible artificialmente, no deja de ofrecer sus dificultades. Por ello, aunque iniciadas las experiencias en 1783, se abandonaron posteriormente, si bien más recientemente han sido puestas de nuevo en práctica para llevar el cultivo a efecto, en forma mejorada.

PILUM CELENTEROS

Son metazoarios sin celoma, con simetría radiada, con la pared del cuerpo imperforada, con una cavidad gastrovascular única, en comunicación con el exterior por un solo orificio, a la vez inhalante y exhalante. Frecuentemente formando colonias y con dos tipos morfológicos distintos: el fijo o colonial, llamado pólipos, y el libre nadador, no colonial, denominada medusas. Los pólipos con multiplicación asexual y las medusas con órganos sexuales. Frecuentemente, por lo menos en la subclase de los hidarios, con unas células urticantes especiales, llamadas nematocitos.

El filum comprende a tres clases diferentes: Hidrozoarios, Escifozoos y Antozoos.

CLASE HIDROZOARIOS

Celentéreos coloniales, en los que existe un gran polimorfismo en los individuos que, según a las misiones que están dedicados reciben los nombres de egastrozóides (alimentación), egozoocóides (reproducción), adactilozoocóides (defensa), etc. La colonia está formada por una serie de ramas horizontales, que constituyen el basamento y que reciben el nombre de hidorizas y por las verticales que llevan a los individuos coloniales y que son los hidrocaules. Todos los individuos de la colonia

se comunican entre sí, por el interior de los hidrocaules, que son huecos.

La colonia crece por gemación. La disseminación se realiza de forma sexual por la producción, en los gonozooides, de individuos libres sexuales, las medusas.

La clase comprende a seis órdenes diferentes.

1.º ORDEN HIRROIDES.

Formas fijas que no forman colonias permanentes, pues los nuevos individuos originados por gemación se separan del originario. No hay reproducción sexual.

2.º ORDEN GIMNOBLASTOS.

Se llaman también eumedusas. Forman pequeñas colonias y poseen fase sexual libre, de medusas. Las colonias carecen de cubierta especial o ehidrotecas sobre los pólipos. Ejemplos: *Bougainvillia*, *Podocorina*, *Hydractinia*, etc.

3.º ORDEN CALIPTOBLASTOS.

Son también coloniales y muy ramificados, y los individuos de la colonia están recubiertos por una ehidroteca. Ejemplos: *Sertularia*, *Flammularia*, *Campanularia*, etc.

4.º ORDEN HIDROCORALINOS.

Colonias ramosas o masivas, con esqueleto calizo. Parecen pólipos coralinos, como, por ejemplo: *Millepora* y *Styaster*.

5.º ORDEN TRAQUILIDOS.

Denominados también euraquimedusas. No existe la forma pólipoide, y las medusas se reproducen directamente, como ocurre con *Pegasus* y *Casmarias*.

6.º ORDEN SIPONÓFOROS.

Colonias flotantes, pelágicas, profundamente modificadas en su organización. La flotación se verifica por la transformación de determinados pólipos en flotadores, que constituyen el llamado snectosomas, *Physalia physalis* (fig. 131).

CLASE ESCIPOZOARIOS

Denominados también escalefos. Se diferencian de la clase anterior por determinados caracteres anatómicos, como la presencia de una región faríngea o estomodéal, y la división de la gastrovascular

en diversos compartimientos, por la aparición en su interior de tabiques radiales.

En el estado juvenil presentan la forma de pólipo y en la adulta la de medusas. Son las grandes y características medusas, como *Aurelia* y *Cyanea*, algunas de las cuales llegan a tener hasta dos metros de diámetro y tentáculos de hasta treinta metros de longitud. Son característicos ocho cuerpos sensitivos especiales, colocados en el borde de la umbrela. La clase comprende a los siguientes cuatro órdenes:

1.º ORDEN ESTAUROMEDUSAS.

De forma cónica y a veces fijas, como *Lucernaria*.

2.º ORDEN PEROMEDUSAS.

Libres y con umbrela dividida en dos, por un surco diametral (*Physalia*).

3.º ORDEN CUBOMEDUSAS.

Con forma cuboide y también libres, aunque no pelágicas, salvo en la fase reproductora. (*Charybdis marrasquinia*).

4.º ORDEN DISCOMEDUSAS.

Las más abundantes y típicas de la clase. Son las que alcanzan las máximas dimensiones anteriormente indicadas. Están entre ellas *Aurelia*, *Cyanea*, *Pilema*, *Rhizostoma*, etc.

CLASE ANTOZOARIOS

No existe forma libre medusoides, presentando solo la polipoide durante toda la vida. Son ejemplo típico los corales. Las colonias son arborescentes con numerosos pólipos retractiles en el interior de un esqueleto, a veces calizo, que endurece a la parte viva denominada sarcosoma. Los pólipos son pequeños, presentando tentáculos peribucales en número variable y pinnados o no. Los tentáculos se prolongan en el interior del pólipo en sendos tabiques radiales que pueden alternar o no con ellos. Los sexos están separados y la fecundación se produce en el interior de la cavidad gástrica del pólipo. Las colonias a su vez, crecen por gemación.

Los antozoarios comprenden a los siguientes órdenes:

1.º ORDEN ALICIONARIOS.

Con ocho tentáculos pinnados. Tabiques interiores alternando con los tentáculos.

Tabipora, *Alcyonium* (fig. 134), *Gorgonia*, *Veretillum*, *Pennatulula*, *Corallium* (fig. 132).

2.º ORDEN ZOANTARIOS.

Tentáculos no pinnados y tabiques interiores a continuación de los mismos. Son las actinias y anémonas de mar y las madréporas como *Actinia*, *Anémone*, *Cerianthus*, *Dendrophyllia*, *Madrépore* (fig. 133), etc.

LOS CELENTEREOS, UTILES AL HOMBRE

Se reducen exclusivamente al coral.

Las principales especies de coral utilizadas por el hombre pertenecen al género *Corallium* (*C. rubrum*, *C. johnsoni* y *C. secundum*), y de ellas, como es sabido, se emplean solamente el esqueleto del pólipo, formado principalmente por carbonato cálcico, cuya coloración puede variar del blanco al rojo más oscuro, por la presencia de sales ferrosas.

Los corales han sido empleados desde muy antiguo para la fabricación de objetos ornamentales, y su valor depende tanto de la coloración como de las dimensiones de las piezas, que si en el Mediterráneo no son muy grandes, por no sobrepasar frecuentemente las ramas los 30 centímetros, en el Japón son enormes, alcanzando una sola de ellas pesos superiores a los 25 Kgs.

Las principales formas comerciales del coral son las siguientes:

1. Los corales amuertos. Son restos de pólipos, frecuentemente alterados por la acción del medio.

2. Los corales negros del Mediterráneo. Son también corales muertos y ennegrecidos por la acción de contacto con el fango de los fondos. El ennegrecimiento llega a penetrar totalmente el pólipo, alcanzando entonces el máximo valor.

3. Coral negro del Mar Rojo. Está formado por las *eracess*, es decir, por las porciones basales de las colonias, que se ennegrecen por el mismo procedimiento que los del Mediterráneo.

En atención a la coloración se distinguen también diferentes calidades comerciales del coral, que van desde el blanco, —el de menos valor— y pasando por todas

las gamas de intensidad creciente del rojo, —muy apreciadas—, hasta el negro que es el de mayor cotización.

Las dimensiones de las ramas también influyen en la cotización, puesto que de las mismas dependerán las de las piezas talladas. En este aspecto el más valioso es el coral del Japón.

La procedencia del coral se valora por consiguiente. El del Japón ocupa, como decíamos, el primer lugar. El de Argelia y Túnez es también de los más estimados. Los de Orán son de peor calidad. El de España, como el del golfo de Lyon, es apreciado, pese a su pequeño tamaño. El primero por sus tonalidades oscuras; el segundo por su transparencia. Y lo mismo ocurre con el de Córcega, Cerdeña y Dalmacia.

Distribución geográfica.—En íntima dependencia con la temperatura del agua, su distribución geográfica es muy restringida, pudiendo limitarse, en líneas generales, al Mediterráneo europeo, al Japón, Madera, Mar Rojo e Islas Sandwich, desde el punto de vista de existencia de yacimientos suficientemente importantes para ser explotados industrialmente.

En cuanto a su distribución batimétrica, se encuentran desde profundidades de unos 10 a 400 metros, pero comenzando a escasear a partir de los 200.

LA PESCA DEL CORAL.

Se realiza desde pequeñas embarcaciones por dos procedimientos principales, los buzos y el «ingenio» o «Cruz de San Andrés».

Pesca con ingenios o cruz de San Andrés.—Es un aparejo constituido por dos maderos cruzados, de iguales dimensiones, que dependen de la profundidad a que se pesque y de las de la embarcación. En los extremos de la cruz y a lo

largo de los brazos se cuelgan «lampazos», es decir, trozos de red vieja, que el arrastrar por el fondo se enganchan en las ramas de los corales y las arrancan para subirlas a la superficie. En algunas ocasiones, los extremos de la cruz, en lugar de lampazos, llevan unos aros metálicos dentados, con copos de red, —como pequeños salabardos— que facilitan la ruptura de las ramas del coral y su recogida.

Pesca con escaz/randa.—Se verifica en la misma forma que la ya citada para las esponjas. Tiene la evidente ventaja de poder elegir los corales y de poder arrancarlos de forma adecuada, obteniéndose piezas mayores y seleccionadas. Sin embargo, el procedimiento, incluso con el empleo de escafandras autónomas, está limitado a profundidades no superiores a los cincuenta metros, por lo que para las superiores hay que utilizar el «ingenio» o cruz de San Andrés, si bien este aparejo, por no ser selectivo, produce en ocasiones no pocos destrozos en los fondos.

FILUM TENOPOROS

Muy afines a los celentéreos, se diferencian de ellos por carecer de nidoblastos o nematoblastos. Se mueven por medio de series de paletas ciliadas natatorias, colocadas a lo largo de bandas especiales. Poseen un órgano sensitivo especial, en el polo opuesto a la boca. Son hermafroditas.

Se dividen en dos grupos, *tentaculados* y *beroideos*. Los primeros se caracterizan por tener el cuerpo de forma variable y provisto de tentáculos, como ocurre en *Hydromedusa*, o con el famoso «cinturón de Venus» *Cestum* peneria. Los segundos se distinguen por su cuerpo apiramidado. El género que da origen al grupo es *Beroë*, llamado vulgarmente «staroillo de mar».

CAPITULO XX

FILUM PLATELMINTOS

Son metazoarios pseudocelomados, con el cuerpo más o menos aplanado, ovalado en unos, foliado y sin segmentación en otros o largo y segmentado. El celoma y la cavidad general del cuerpo están ocupados por un parenquima conjuntivo (seudoceloma). Aparato reproductor muy complicado.

Los platelmintos marinos pertenecen a dos clases principales, los turbelarios y los nemertinos.

CLASE TURBELARIOS.

Son platelmintos de vida libre, que se mueven por medio de un epitelio ciliar. El desarrollo de estos animales se caracteriza por la existencia de un estado larvario especial, la larva de Müller, propia de los policlados. Los principales órdenes de esta clase son los siguientes:

1.º ORDEN POLICLADOS.

Cuerpo foliáceo, con el tubo digestivo ramificado dentro del parenquima del pseudoceloma, presentando anastomosis entre sí. Entre las especies típicas están *Tähsanodon brocki* (fig. 135), con el dorso cubierto de vellosidades, y *Planocera neapolitana*, que presenta dos pequeños tentáculos bucales.

2.º ORDEN TRICLADOS.

Cuerpo estrecho y aplanado, truncado en el extremo anterior y terminado en punta en la porción caudal. Movimientos por reptación o mediante el epitelio ciliar. Aparato digestivo ramificado, con una región faríngea extensible, que puede proyectarse fuera de la boca para la captura del alimento. Entre las formas marinas está *Gunda segmentata*.

3.º ORDEN RAPOCELOS.

Cuerpo alargado, raramente aplanado. Tubo digestivo en la línea media del cuerpo y rara vez con divertículos, que

en todo caso son muy pequeños. *Convoluta viridis* y *Microstomum linearis* son ejemplos de este orden.

CLASE NEMERTINOS

Platelmintos cilíndricos o solo ligeramente aplanados, provistos de una trompa retráctil y de un sistema sanguíneo vascular.

No hay segmentación en el cuerpo, que es largo y estrecho y con la piel recubierta de cilios vibrátiles.

La trompa o probóscide se extiende por encima del tubo digestivo y está constituida por una vaina, la trompa propiamente dicha y un músculo retractor.

La reproducción es sexual. Los individuos son unisexuales. En algunos casos hay verdaderas metamorfosis. Es característica la fase larvaria epilidiuma, a que ya nos referimos en capítulos anteriores.

Los órdenes de nemertinos son dos, inermes y armados.

1.º ORDEN INERMES.

Trompa desprovista de aguijón. Boca abierta detrás del orificio de la trompa. *Carinella annulata*, del Mediterráneo.

2.º ORDEN ARMADOS.

Trompa provista de aguijones. Boca situada junto al orificio de la trompa. *Nectonemertes* (fig. 136), *Nemertes gracilis*, *Malacobdella grossa*, con una ventosa en el extremo posterior del cuerpo, vive parásito en las branquias de los berberechos (*Cardium edule*), del Mediterráneo.

FILUM NEMATELMINTOS

Gusanos cilíndricos, no segmentados, sin apéndices locomotores, vasos sanguíneos ni epitelios ciliares. El cuerpo revestido por completo de una cutícula de quitina. Sexos generalmente separados. El cuer-

po presenta una aparente segmentación, que no se corresponde con la organización interna. Suelen poseer tubo digestivo completo. No hay verdadero desarrollo larvario. Suelen ser parásitos internos de otros animales, aunque existen formas libres, por lo menos en determinadas fases de la vida. Las formas libres son marinas en algunos casos. El filum está integrado por dos clases, nematodos y acantocefalos.

CLASE NEMATODOS

Con tubo digestivo y sin trompa. Comprenden a dos órdenes, nematoides y gordiáceos. Entre los últimos está *Necatonema agile*, con boca permanente y una doble fila de sedas a lo largo de las líneas ventral y dorsal.

CLASE ACANTOCEFALOS

Nematodos aberrantes, que carecen de boca y de tubo digestivo en todas las fases de la vida. Con una probóscide o trompa protráctil, provista de dientes, en la parte anterior del cuerpo. En el estado adulto suelen ser parásitos del tubo digestivo de los vertebrados. En el larvario parasitan a invertebrados, principalmente crustáceos.

Cuerpo cilíndrico y con la cutícula porosa.

FILUM TROQUELMINTOS

Metazoarios muy pequeños, casi microscópicos, con simetría bilateral. Tubo digestivo rectilíneo, con la abertura anal en posición dorsal, en la base de una cola terminada en pinza. Con un ganglio cerebroide y aparato genital bien diferenciado en la cavidad general del cuerpo. Por su aspecto externo y dimensiones, parecen infusorios, aunque examinados al microscopio se observa en seguida su carácter de metazoarios. Algunas formas como *Trocosphaera* son muy similares a la larva trocófora de los anélidos. En los troqueelmintos, la forma adulta apenas difiere de la larvaria en muchos de los grupos, aunque en otros se experimente una verdadera metamorfosis.

El filum comprende a dos clases, rotíferos y gasterótricos.

CLASE ROTIFEROS

Troqueelmintos con la región preoral o cefálica formando un disco cóncavo o corona ciliada, en cuyo fondo está la boca. La faringe es dilatada y recibe el nombre de *emastax*, en cuyo interior hay dos mandíbulas quitinosas. Los individuos son unisexuales y dimorfos. Es característica su reproducción con fases de partenogénesis. (Ver capítulo sobre reproducción de los seres marinos). Existen cinco órdenes, Enferoidecti, Sedentarios, Rastreros, Nadadores y Saltadores.

CLASE GASTEROTRÍCOS

Son troqueelmintos sin corona ciliar, ni *mastax*, ni mandíbulas. Con flagelos peribucuales. Ano también dorsal. Hermafroditas.

Existe un grupo de animales muy afines a los troqueelmintos, el de los EQUINODEROS o CINORRÍNCOS, que presentan también analogías con los nematelmintos. El género conocido es *Echinoderes*, de forma vermiforme, de pequeñas dimensiones y con el cuerpo cubierto de una delgada cutícula. Hay once segmentos algo imbricados y sobre la cutícula hay sedas y series transversas de pelos sensitivos. Hay una especie de trompa protráctil en la parte anterior del cuerpo y dos aguijones agudos en el último segmento caudal. Sexos separados y desarrollo desconocido.

FILUM GEFIREOS

Metazoarios aberrantes, de cuerpo insegmentado, con órganos secretores de tipo nefridial, con larva trocófora en su desarrollo. Con órganos segmentarios, sistema nervioso subepidérmico y sin ganglios. Con trompa retráctil y tentáculos peribucuales o con un lóbulo preoral sin tentáculos. Son muy afines a los anélidos. La forma típica, *Stipunculus*, tiene aspecto vermiforme y vive enterrado bajo la arena. Cuerpo cilíndrico, sin señales de segmentación. Con una trompa retráctil en la parte anterior del cuerpo, recubierta de pequeñas papilas ganchudas, y con la boca en su extremo. El tubo digestivo es muy largo y recorre dos veces la longitud del cuerpo, enrollado en

espiral sobre sí mismo, para terminar en el ano, dorsalmente situado, cerca de la trompa.

Existen dos órdenes, Armados e Inermes.

1.º ORDEN ARMADOS.

Con larga trompa preoral, no retráctil. Sin tentáculos peribuccales.

2.º ORDEN INERMES o SIPUNCÚLIDOS.

Con los caracteres de *Sipunculus*. Con o sin tentáculos peribuccales.

FILUM BRIOZOOS

Pequeños metazoarios coloniales, semejantes por su aspecto a los hidrozoarios. Las colonias están formadas por la reunión de celdillas quitinosas o calcáreas, en cada una de las cuales se aloja un individuo o polípido, que en unión de su celda constituye una zoecia. Cada polípido tiene una corona tentacular, en cuyo centro se encuentra la boca. El ano está cercano a ella. Los individuos pueden retraerse en el interior de las celdillas. El tubo digestivo forma una curva y se une a la pared del cuerpo por un ligamento o funículo. No hay aparato circulatorio, ni excretor. Son hermafroditas. Existe, como en los hidrozoarios, polimorfismo en los individuos, que pueden adoptar la forma de ovicelos, donde se alojan las larvas durante el desarrollo, avicularias, con dos pinzas para la captura del alimento, vibracularias, etc., etc.

Existen dos órdenes, Endoproctos y Ectoproctos, según tengan la corona tentacular, retráctil o no. Entre los más conocidos están *Acyonidium* y *Frusta* (fig. 137), entre los ectoproctos y *Loxosoma* entre los endoproctos.

FILUM BRAQUIOPODOS

Metazoarios también aberrantes, con aspecto de moluscos bivalvos, fijos al fondo por medio de un pedúnculo muscular que atraviesa una de las valvas. Con largos brazos tentaculares a los lados de la boca y con uno o dos pares de nefridios. Cuerpo insegmentado. Son animales arcaicos, restos de faunas de otras épocas geológicas. Las valvas son desiguales,

mayor la ventral, que se prolonga en una especie de diente ganchoso, cuyo vértice perforado, da paso al pedúnculo fijador. Estas valvas se diferencian de las de los moluscos en que su plano de unión es perpendicular al de simetría del animal, mientras que en aquéllos es paralelo. Hay dos órdenes: Articulados e Inarticulados.

1.º ORDEN ARTICULADOS.

Con la concha provista de charnela, *Magellana*, *Terebratula* (fig. 138) y *Rhynchonella*.

2.º ORDEN INARTICULADOS.

Sin charnela en la concha, *Crania* y *Lingula* (fig. 139).

FILUM PORONIDEOS

Metazoarios aberrantes como los filums anteriores. Cuerpo también insegmentado y con sistema excretor nefridial. Tubícolas fijos y aislados. Los tentáculos peribuccales tienen un esqueleto axial. El sistema nervioso está reducido a un collar esofágico.

Están representados por un único género, *Phoronis*, afín a los gófreos y a los briozos. El cuerpo es vermiforme y alargado. Vive dentro de tubos, que aunque agrupados, mantienen su individualidad, sin llegar a formar una verdadera colonia. El animal dotado en su parte anterior de una corona de largos tentáculos, sale por el extremo anterior del tubo. Son hermafroditas. En el desarrollo embrionario se produce una larva especial, la actinotroca, formada por tres segmentos, de la que ya tratamos al hablar de la reproducción de los seres marinos. Hay una gran metamorfosis que conduce a la formación del animal adulto.

FILUM QUETOGNATOS

Es también un grupo aberrante de metazoarios, formado por tres géneros, *Sagitta*, *Spadella* y *Krohnia*.

El cuerpo es largo, cilíndrico y dividido en regiones: cabeza, tronco y cola, dotada ésta de una aleta o nadadera caudal.

La boca está situada en la superficie ventral del cuerpo y presenta a sus lados grupos de ganchos quitinosos. No hay

sistema vascular ni excretor. Son hermafroditas, con los órganos sexuales muy desarrollados, ocupando gran parte del celoma.

PILUM ANELIDOS

Metazoosrilos celomados, de cuerpo largo y cilíndrico o aplanado, dividido en segmentos. El sistema vascular es sanguíneo. El excretor, nefridial, es también segmentario y el nervioso está formado por una cadena ganglionar ventral. Reproducción sexual, raramente asexual y en este caso con presencia, a veces, de escispicidad.

Poseen una larva trocófora característica. En los animales adultos la locomoción se verifica por medio de una serie de falsos apéndices o parápodos, no articulados con el cuerpo. Comprenden a tres clases diferentes: Arquiannelidos, Quetópodos e Hirudíneos, de los que solamente son marinos los dos primeros.

CLASE ARQUIANNELIDOS

Representados en la fauna marina solamente por el género *Dinopilius*. Cuerpo no muy largo y formado por seis segmentos provistos de bandas circulares de cilios. El segmento anterior o prostomio, lleva un par de ojos en el dorso. El último segmento se prolonga en un apéndice largo y estrecho. Celoma imperfectamente desarrollado. Unisexuales. Existe una larva semejante a la trocófora. La segmentación exterior, imperfectamente marcada, es completa en el interior.

CLASE QUETOPODOS

La segmentación exterior se corresponde con la interior. Cada segmento lleva sus correspondientes parápodos. Celoma bien desarrollado y distinto del sistema vascular.

El cuerpo es largo y estrecho, adelgazándose progresivamente desde la región cefálica a la caudal. Hay una verdadera región cefálica provista de ojos y tentáculos. El resto está formado por segmentos

similares menos el anal o pérgido, que carece de parápodos, pero lleva en su lugar un par de apéndices caudales o cirros anales. Los nefridios se abren en cada segmento por un par de poros ventrales.

Cada parápodo está constituido por una porción dorsal o notopodio y otra ventral o neuropodio, cada una de las cuales está recubierta de tubérculos setigeros. El interior del parápodo está reformado por un eje o acículo. Las sedas, que pueden tener dimensiones muy variadas, son quitinosas y rígidas y están compuestas de dos piezas articuladas. Cada parápodo está provisto, además de un apéndice tentacular dorsal, el cirro dorsal y de otro ventral, el cirro ventral, que en determinadas especies, por aumento de su superficie y consiguiente vascularización, pueden transformarse en branquias.

Los sexos están separados y en la reproducción se pasa por la fase de una larva trocófora, característica de los anélidos.

Los quetópodos se dividen en dos órdenes: Poliquetos y Oligoquetos.

1.º ORDEN POLIQUETOS.

Unisexuales y provistos comúnmente de cabeza distinta, con ojos y tentáculos. Parápodos bien desarrollados y con sedas de múltiples formas, muchas veces con cirros y branquias. Según el diferente desarrollo de su lóbulo cefálico, se dividen en errantes y sedentarios. Entre los primeros están los *Nereis*, *Syllis*, *Polynoe*, *Eunice* (fig. 140), etc., etc. Entre los sedentarios, frecuentemente tubícolas, están *Terebellis*, *Arenicola*, *Serpula*, *Spinorbis*, *Spirographis* (fig. 141), etc.

2.º ORDEN OLIGOQUETOS.

Sedas muy poco numerosas. No hay parápodos y la región cefálica está apenas diferenciada. En determinada parte del cuerpo, los anillos aparecen como ligeramente abultados. Es el clídeo, que sobre todo en la época de la maduración sexual se hincha y secreta una sustancia mucilagínosa en la que se aglutinan los huevos. Sólo un escaso número de especies viven en el mar, enterrados en las arenas de la costa.

CAPITULO XXI

FILUM ARTRÓPODOS

Metazoarios celomados, con simetría bilateral. Cuerpo segmentado, formado por segmentos articulados, cada uno de los cuales lleva de uno a dos pares de apéndices, también articulados. Cuerpo recubierto de un exoesqueleto formado por quitina, que puede estar incrustado o no de carbonato cálcico. Sistema nervioso ganglionar, con collar esofágico y doble cadena ganglionar ventral. Corazón dorsal; sistema circulatorio lacunoso. Sexos separados.

El filum de los artrópodos, de gran importancia en el reino zoológico, tanto por el número de tipos diferentes de animales que comprende, como por el de individuos que lo constituyen, presenta determinadas analogías con el de los anélidos, como el tener el cuerpo formado por segmentos, aunque en este caso, la especialización es mucho mayor y por ejemplo, por la integración en la región cefálica de más de uno de ellos. La característica fundamental de estos animales es, indudablemente, el hecho de poseer por lo menos un par de apéndices por cada segmento y que estos apéndices, constituidos normalmente por varios segmentos a su vez, articulados unos con otros, lo están por su parte con el cuerpo. Estos apéndices se especializan en las más diversas funciones, pudiendo estar al servicio de la locomoción, de la masticación, de la prensión del alimento, de la respiración, de los órganos de los sentidos, etc., etc.

Los artrópodos están integrados por cinco clases, de las que solamente tiene importancia la de los crustáceos, en lo que se refiere a la fauna marina, ya que son escasísimos los arácnidos que viven en el mar y solamente uno, entre los numerosísimos millones de insectos vivientes, el que puede ser considerado como auténticamente marino.

CLASE CRUSTACEOS

Son artrópodos de respiración branquial y dotados de dos pares de antenas.

El cuerpo, como en los restantes artrópodos, está recubierto de un exoesqueleto, que en las formas superiores está muy endurecido por el depósito de sales cálcicas. Este exoesqueleto se renueva cada un cierto tiempo, por medio de mudas, que estos animales aprovechan para crecer, ya que una vez endurecido, es completamente inextensible.

La cabeza está formada por la fusión de los primeros anillos o segmentos del cuerpo. El resto de los segmentos puede diferenciarse en otras dos regiones, el torax y el abdomen. Precuentemente el torax se suelda a la cabeza, formando un *cefalotórax* o *pereon*, perfectamente distinto del abdomen, llamado también *pleon*, cuyo último segmento, el único que puede no tener apéndices, es denominado *telson*.

Los apéndices de cada región del cuerpo y según los diferentes grupos de crustáceos, se especializan en uno y otro sentido. Los de la cabeza suelen ser los siguientes: un par de antenas, de función sensitiva táctil; un segundo par de antenas de igual misión; los apéndices puestos al servicio de la boca o apéndices bucales, que suelen ser un par de mandíbulas y dos de maxilas por lo menos a los que suelen seguir otros pares de maxilípedos. En el torax suelen estar, los apéndices *marcadores* o *pereiopodos* y, finalmente, en el abdomen, los *pleopodos*, cuya especialización suele ser muy variada.

Dentro de la diversidad de adaptaciones de los apéndices de los crustáceos siempre se reconoce una organización general en ellos. Un apéndice fundamental, consta de tres partes: una pieza basal o *epropodios*, constituida casi siempre por dos artejos, de los que el

primero suele tener una rama lateral o epípodio, y de dos ramas, una externa o erópodio y una interna o endópodio. Cada una de estas ramas está constituida por diverso número de anillos o artejos, y no es raro que en determinadas regiones del cuerpo desaparezca una de las ramas, reduciéndose el apéndice a birrámeos a «monorrámeos», como ocurre por ejemplo con las patas marchadoras de los decápodos.

La clase de los crustáceos comprende a dos subclases, entomostráceos y mala-costráceos.

SUBCLASE ENTOMOSTRACEOS

Crustáceos de organización simple, frecuentemente de tamaño pequeño o diminuto. Número variable de segmentos en el cuerpo. Sin pleópodos. Carecen de estómago masticador. El nacimiento se verifica en forma de larva nauplio.

Existen cuatro órdenes de entomostráceos marinos: cladóceros, ostrácosos, cirrípedos y copépodos.

1.º ORDEN CLADÓCEROS.

De pequeño tamaño y con el cuerpo comprimido lateralmente. El exoesqueleto está formado por un caparazón bivalvo, que deja al descubierto a la cabeza por una escotadura anterior.

2.º ORDEN OSTRÁCOSOS.

También de muy pequeño tamaño. El cuerpo no está segmentado y se encuentra en el interior de un caparazón bivalvo. Poseen siete pares de apéndices. Tienen corazón y un par de ojos móviles. *Cypridina mediterránea*.

3.º ORDEN CIRRÍPEDOS.

Son crustáceos completamente aberrantes, que durante mucho tiempo fueron considerados incluso como moluscos, por la forma de su caparazón y el tipo de vida sedentario.

El cuerpo está imperfectamente segmentado. Envuelto en un manto, reforzado por placas calcáreas. Hay seis pares de patas torácicas birrámeas y pinnales. La región anterior del cuerpo está recubierta por una serie de placas calcáreas, que forman los llamados opérculos, mientras que el resto está incluida den-

tro de un tubo de aspecto coriáceo y finalmente incrustado de granulitos de carbonato del cal.

Las placas calizas de la parte anterior reciben los nombres de tergos, escudos y quilla.

Viven fijos sobre las rocas o adheridos a los objetos flotantes. A los primeros pertenecen los percebes (*Pollicipes cornuobis*, fig. 142), y a los segundos las anatifas (*Lepas anatifera*). La larva pasa por los estados de Nauplio y Cypria. Llegado un determinado momento, la larva pelágica se fija a un soporte por medio de una secreción originada en la glándula cementaria, situada entre las antenas y a partir de ella se desarrolla el animal adulto.

Los cirrípedos, como excepción dentro de los crustáceos, son hermafroditas y en algunos casos, presentan la curiosidad de la existencia de los machos enanos o complementarios, que viven como parásitos de los individuos normales. Comprenden a dos sub-órdenes, pedunculados (percebes, anatifas, etc.) y no pedunculados (bellotas de mar, *Balanus* y *Cthamalus*).

4.º ORDEN COPÉPODOS.

Carecen de caparazón. Están perfectamente segmentados en las formas libres, aunque la segmentación desaparece en las parásitas, muy frecuentes en este grupo de animales. Poseen de cuatro a cinco pares de apéndices torácicos segmentados y bifurcados en el tórax, y las puestas son envueltas en una sustancia aglutinante, que da lugar a la formación de los llamados sacos ovígenos.

Las antenas primeras están extraordinariamente desarrolladas y son utilizadas como órganos locomotores. Son uno de los grupos más numerosos de los crustáceos, y quizás de otros seres marinos, teniendo importancia primordial en la formación del plancton y por lo tanto en la economía marina.

Existen numerosas formas libres, entre las que están *Balanus*, *Calocalanus*, *Eucalanus*, etc. Entre las formas parásitas es importante *Lernaea branchialis*, parásita de peces como el bacalao, la sardina, etcétera.

SUBCLASE MALACOSTRACOS

Son los crustáceos superiores. Poseen veinte segmentos en el cuerpo. Apéndices diferenciados en dos series, la de los pereópodos y la de los pleópodos. El desarrollo larvario es menos complicado que en los entomostráceos pues de la eclosión del huevo nace una larva mucho más avanzada que el nauplio, frecuentemente una flosoma, como en el caso de los decápodos. Con estómago masticador. Los malacostráceos comprenden a tres superórdenes: leptostráceos, edrioftalmos y podoftalmos.

SUPERORDEN LEPTOSTRÁCEOS.

De pequeño tamaño y con caracteres intermedios entre los entomostráceos y los malacostráceos. Caparazón cefálico bivalvo, extendido hasta el cuarto segmento abdominal. Los pereópodos cortos y foliáceos. Ocho segmentos abdominales, de los que dos son ápodos.

SUPERORDEN EDRIOFTALMOS.

Carecen de caparazón, teniendo el cuerpo desnudo. Uno o dos segmentos del tórax están soldados con la cabeza y los restantes son libres. Los ojos son sentados, careciendo de pedúnculos basales. Comprenden a tres órdenes: lemodipódidos, anfípodos e isópodos.

1.º ORDEN LEMODIPÓDIDOS.

Son aberrantes, con el abdomen rudimentario, y los pereópodos transformados en vejigas branquiales. Entre ellos está *Caprella* (fig. 144), de formas extraordinariamente alargadas.

2.º ORDEN ANFÍPODOS.

Cuerpo comprimido, y los pereópodos dotados de branquias, con lo que cumplen una doble función marchadora y respiratoria. Los cuatro primeros pares de pereópodos dirigidos hacia adelante, y los pleópodos hacia atrás. Entre las especies pueden citarse a *Oreobertis* y a *Talitrus* (fig. 143), la pulga de mar, que queda en seco en las playas en las bajamares y que pulula por ellas saltando sin parar y guiñándose ante el menor peligro en los pequeños orificios que taladra en la arena.

3.º ORDEN ISÓPODOS.

El cuerpo es deprimido y ancho. Los pleópodos están muy ensanchados, ejecu-

ciendo función respiratoria. Frecuentemente son ectoparásitos de otros animales marinos, como los peces. Entre estas especies pueden citarse *Asiloea phisodes*, *Lygia oedínica* (fig. 145), etc.

SUPERORDEN PODOFTALMOS.

Con cefalotórax o pereion. Los ojos son pedunculados y móviles. Comprende los siguientes órdenes:

1.º ORDEN CUMÍCEOS.

El caparazón no es completo en el cefalotórax, que queda parcialmente al descubierto. Los ojos no son pedunculados. Se trata indudablemente de formas de transición entre este superorden y el de los edrioftalmos.

Suelen vivir en el fondo del mar, aunque realizan migraciones nocturnas a la superficie. Como *mesardis*, *Diatylis aculpa*, etc.

2.º ORDEN ESTOMATÓPODOS.

Cuerpo largo y ensanchado progresivamente desde la cabeza a la cola, a partir del borde posterior del caparazón cefalotórácico. Poseen cinco pares de patas maxilas o maxilípedos. Los del segundo par están muy desarrollados y adoptan la forma de pinzas prensoras, armadas de numerosos dientes y púas, que recuerdan a las patas prensoras de la Santa Teresa (*Mantis religiosa*). En su desarrollo larvario son típicas las fases *erictos* y *eslimas*, de las que ya tratamos en páginas anteriores. Es típica de este orden la *egaleira* (*Squilla mantis*).

3.º ORDEN ESQUIMÓPODOS.

Son los más pequeños de los podoftalmos. El cuerpo es muy alargado; el caparazón membranoso y poseen ocho pares de pereópodos muy finos, estiliformes y birrámeos, muy semejantes entre sí. El desarrollo larvario se inicia en la fase nauplio, pasa por las protozoas y zoea y se detiene generalmente en la forma misis, que corresponde en este caso al animal adulto. Por ello este orden recibe también el nombre de misidiáceos. Entre las especies típicas, que forman parte muy importante del zooplancton están *Nysis vulgaris* y *Euphausia pelágica*.

4.º ORDEN DECAPODOS.

Son los crustáceos de organización más perfecta. Poseen un cefalotórax perfectamente definido. El abdomen posee p.e. arrollado. En unos es normal, los macrúros, mientras que en los otros está muy reducido, en los braquiúros.

El desarrollo larvario se caracteriza por ser frecuente que los individuos nacen en fase avanzada, pasando por las anteriores en el interior del huevo, que es incubado adherido a los apéndices abdominales de la hembra. Es característica la larva pelágica foliácea denominado «flosomía» y el estado postlarvario muy semejante ya al adulto, que en los macrúros se llama «puerulus» y «megalopa» en los braquiúros.

El orden comprende a los subórdenes macrúros, anomúros y braquiúros, en atención al diferente desarrollo de la región abdominal.

Los macrúros tienen el abdomen bien desarrollado y terminado en una aleta caudal formada por el telón y el último par de pleópodos birrámeos, muy ensanchados. Están entre ellos las langostas, bogavantes y cigarras, que pertenecen al grupo de los marchadores y los langostinos, gambas, quisquillas, etc., que pertenecen al de los nadadores.

Los anomúros tienen abdomen más o menos redondeado y con el telón muy pequeño. El abdomen suele ser desnudo y lo protegen introduciéndolo en conchas vacías de caracoles. Se trata de los cangrejos ermitaños (pagúridos) (fig. 147), y de los cangrejos de los cocoteros, de los mares del sur (*Birgus latro*). (fig. 146).

Los braquiúros tienen el abdomen muy poco desarrollado y repliegado bajo el cefalotórax, como ocurre con los cangrejos de mar y nécoras. Entre ellos están los cangrejos de mar comunes, (*Carcinus maenas*), las nécoras (*Portunus puer*), los «bueyes» (*Cancer pagurus*), las centollas (*Maia squinado*), etc., etc.

LOS CRUSTACEOS UTILES AL HOMBRE

Nos referimos solamente aquí, a aquellos que interesan directamente como alimento y que el hombre pesca, conserva

o intenta cultivar con dichos fines, sin tratar a los otros, mucho más numerosos que, como los copépodos, son de utilidad indirecta, al constituir la base alimenticia de otros animales marinos de importancia primordial para la economía del mar y la industria pesquera.

Los crustáceos que interesan directamente al hombre son pocos en realidad, y pertenecen al grupo o subclase de los malacostráceos y dentro de ella principalmente al orden de los decápodos, puesto que los cirrípodos, muy apreciados en España, carecen de interés industrial en la mayoría de los restantes países.

Los crustáceos decápodos, aparte de ser pocos en número de especies, no se pescan tampoco en grandes cantidades si se exceptúan las especies nadadoras, como gambas, carabineros, etc. que se capturan en grandes fondos con redes de arrastre. Bogavantes, langostas, centollas, cangrejos de diversas clases, etc. que suelen habitar en los bajos fondos litorales y que se capturan con redes de deriva especiales o con nasas, son mucho más escasos y quizá por ello, tanto como por la excelente calidad de su carne, tengan el elevado precio que adquieren.

Las principales especies de crustáceos que se capturan en nuestro país, a fines alimenticios, son las siguientes:

1. Percebe. (*Pollicipes cornucopia*) (figura 142).
2. Langosta común. (*Palinurus vulgaris*). (fig. 148).
3. Langosta marroquí. (*Palinurus mauritanicus*).
4. Langosta real o verde. (*Palinurus regius*).
5. Bogavante. (*Homarus vulgaris*).
6. Maganto o cigala. (*Neptrops norvegicus*).
7. Cigarra. (*Scyllarus arctus*).
8. Langostino. (*Penaeus keraturus*). (figura 149).
9. Gamba. (*Parapenaeus longirostris*).
- 10.—Carabinero. (*Aristeus antennatus*).
- 11.—Carabinero. (*Aristeomorpha foliacea*).—(*Plesiopeanaeus edwardsianus*) (fig. 150).
- 12.—Quisquilla. (*Leander serratus*).
- 13.—Camarón. (*Crangon vulgaris*).

14.—Cangrejo de mar. (*Carcinus maenas*). (fig. 151).

15.—Nécora. (*Portunus puber*).

16.—Buey. (*Cancer pagurus*). (fig. 152).

17.—Centolla. (*Meia squinado*). (fig. 153).

La pesca de los crustáceos, salvo la mayoría de los macruros nadadores como gambas, carabineros y magantos o cigalas, que se verifica con los artes de arrastre, se hace con diversos aparejos y redes litorales (langosteras, nazas, alabardos, etc.), o a mano simplemente, como ocurre con la mayoría de los cangrejos.

El cultivo de estas especies es en muchos casos imposible y en los demás siempre difícil, por lo menos desde su punto de vista integral (desde la incubación y la fecundación artificial, hasta la consecución de ejemplares adultos), dado lo complicado y largo del desarrollo larvario y a la existencia de sus fases de vida libre pelágica.

Por eso, el cultivo de los crustáceos se limita prácticamente a determinadas fases de su desarrollo o a la estabulación, tampoco fácil, dado que el crecimiento se verifica por mudas y estas suponen unas crisis peligrosas para la vida de los ejemplares, que en esos momentos y cuanto más viejos sean, en mayor grado, pasan por los mayores porcentajes de mortalidad natural, que se favorece por la estabulación.

LA LANGOSTA COMUN

(*Palinurus vulgaris*) (fig. 148). Existe en el Atlántico desde las Islas Británicas a la costa de Mauritania y el Sahara, y en todo el Mediterráneo. Vive en los fondos próximos a la costa, principalmente en los rocosos y a diversas profundidades, que suelen variar con las estaciones, siendo frecuente que en verano se acercan a tierra, para realizar la puesta y en el invierno se retiren a mayores fondos, de hasta 150 y 200 metros. Las hembras llevan los huevos fecundados adheridos, durante varios meses, a los apéndices abdominales y de ellos nace una larva muy avanzada, el filosoma, que tras una larga serie de mudas pasa a la forma puerulus, muy semejante al adulto.

En España se capturan en todo el litoral, pero la pesca más importante se realiza en las islas Baleares. El procedimiento de pesca consiste en el empleo de nazas o en el de redes langosteras, es decir, redes de deriva que se calan verticalmente en las cercanías de la costa y en las que las langostas se enmallan.

En muchos lugares son estabuladas en instalaciones especiales, las costarizas, recintos en comunicación con el mar, para la fácil renovación del agua, donde son alimentadas en espera de su crecimiento y posterior consumo.

LA LANGOSTA MORA

(*Palinurus mauritanicus*).—Es de mayor talla que la langosta común y con proporciones muy distintas, siendo enorme su cefalotrax y muy pequeña, respectivamente, la cola, que sin embargo dado el gran tamaño de esta especie, son muy grandes e interesantes para la industria pesquera.

Es especie muy abundante en las costas de Mauritania y de nuestro Sahara, encontrándose también en el Mediterráneo. Vive a mayores profundidades que la langosta común, por lo que es capturada, a veces en muy grandes cantidades, por los barcos de arrastre.

La dificultad de su transporte ha dado lugar a una modalidad especial de su consumo, que consiste en la congelación exclusivamente de sus colas que desde hace relativamente poco tiempo se ven en los mercados, lonjas y pescaderías de nuestro país.

No son objeto de pesca especial, capturándose accidentalmente en la pesca de arrastre de parejas y bouas.

LA LANGOSTA VERDE O REAL

(*Palinurus regius*).—Es especie de menor talla que las anteriores y típica por su característico color verde. Abunda mucho en las costas de Mauritania, Sahara y Senegal, en los fondos de pequeña consideración próximos a la costa. Se explota desde hace una treintena de años y con ella se han hecho experiencias de transporte en vivo a Europa, con buen éxito, mediante barcos viveros y aviones.

La pesca se realiza con redes langosteras especiales, que se calan al anochecer en las cercanías de la costa y que se reco-

jen por la mañana, siendo la pesca normalmente muy fructífera. Las redes consisten en lienzos, de un metro aproximadamente de altura, y de unos 100 metros de longitud, siendo frecuente que cada lienzo capture en una sola noche unos 300 ejemplares. Una vez capturadas son metidas en los barcos viveros, cuyas cajas tienen compartimientos en comunicación directa con el mar, por perforaciones del casco, para conseguir una buena renovación del agua y su correspondiente aireación. En condiciones buenas, sin hacinamiento, el transporte a Europa se consigue sin grandes mortalidades que, es curioso, son mayores en verano que en invierno, lo que se debe a que en esa segunda estación la diferencia entre la temperatura del agua en los mares africanos y europeos es menor que en el verano.

EL BOGAVANTE

(*Homarus vulgaris*).—Es característico por sus enormes pinzas o quelas. Su área de distribución geográfica es más nórdica que la de las langostas, llegando hasta Noruega. La especie americana *Homarus americanus*, llega también muy al norte, hasta Terranova.

Alcanza tallas muy superiores a la de las langostas y aunque su carne es estimada como menos delicada, tiene gran importancia industrial. Crece lentamente y como todos los crustáceos por medio de mudas. Parece ser que en cada muda aumenta de talla un 15 por 100 de su longitud anterior, lo que permite en determinadas condiciones, sabiendo el ritmo de las mudas y las dimensiones del último estado larvario, deducir la edad de estos animales, a partir de la talla de los ejemplares capturados.

Son extraordinariamente prolíficos, pues cada hembra puede poner hasta unos 80.000 huevos. Sin embargo la mortalidad natural es tan grande, que sólo uno de cada 20.000 huevos llega a transformarse en animales adultos. La puesta se verifica principalmente en primavera, cada dos años. Los huevos fecundados permanecen adheridos al abdomen materno durante los diez meses que dura la incubación. La fase de filioema parece durar unas siete semanas y en ellas se verifican diversas mudas.

Ha sido con los bogavantes y precisamente con la especie americana (*Homarus americanus*), con la que se han hecho experiencias más intensas de cultivo artificial, que en realidad han consistido más en una protección de las larvas, con fines de repoblación de los fondos, que en un verdadero y auténtico cultivo, tratando principalmente de reducir en lo posible la enorme mortalidad natural.

Para ello se han establecido en recintos, con amplia comunicación con el mar, a través de paredes porosas o con telas metálicas muy finas, a las hembras grávidas a punto de verificarse la eclosión de los huevos. En estos recintos, el agua se mueve en corriente circular y ascendente de forma que las larvas recién nacidas suben a la superficie para respirar, como en su desarrollo natural, la fase de vida pelágica. Es preciso, al cabo de unas horas, separar a las larvas jóvenes de las de mayor edad, para evitar el canibalismo muy frecuente en ellas. Esta fase de vida pelágica es la peligrosa para las larvas que tienen requerimientos muy estrictos de temperatura y alimentación.

Las experiencias de Bumpus y Mead han llevado a la conclusión de que contando con un 50 por 100 de mortalidad en los huevos y larvas artificialmente desarrolladas, y con un centenar de estanques, pueden obtenerse 1.750.000 jóvenes listos para ser llevados al mar, a continuar su desarrollo. Sin embargo, debe tenerse cuidado en la elección del lugar de siembra, que tiene que ser distinto del que habitan los animales adultos. Son apropiados los fondos de grava y zosteras, que ofrecen refugio para que se oculten los pequeños bogavantes y con profundidades de una decena de metros.

EL MANGATO O CIGALA

(*Neprhops norvegicus*).—De gran interés industrial por la finura de su carne, que es muy estimada. Es especie que vive a profundidades de alguna consideración, por lo que ha comenzado a pescarse con intensidad cuando los barcos de arrastre han tenido que alejarse de las costas. Hasta hace relativamente pocos años era especie rara incluso en las colecciones de los museos. Dado su carácter de especie abisal, su repartición geográfica es muy amplia. Aunque no sue-

len sobrepasar los 15 centímetros de longitud no es raro pescar ejemplares mucho más grandes.

EL LANGOSTINO

(*Penaeus kerathurus*).—Es una de las especies más estimadas por la calidad de su carne. Pertenecen a los decápodos marino nadadores y es propio de las aguas salobres, como las de las desembocaduras de los ríos, por lo que por ejemplo en España, sus pescas más abundantes se realizan en las desembocaduras de los ríos Ebro y Guadalquivir, o en las lagunas litorales como Mar Chica y el Mar Menor, donde, pese al carácter de hipersalinidad, hay lugares de baja salinidad coincidentes con afloramientos submarinos de agua dulce. Se pesca esta especie con redes especiales llamadas emoronas, consistentes en un lienzo de red que se cala verticalmente y en cuyos extremos hay otros dos, transversales y con los extremos enrollados en forma de caracol.

EL CANGREJO DE MAR Y LAS NECORAS

El cangrejo de mar común (*Carcinus maenas*) (fig. 151), y la nécora (*Portunus puber*), son decápodos braquiuros, propios de la región litoral principalmente de las zonas rocosas, en las que viven corriendo sobre las rocas, frecuentemente fuera del agua. El cangrejo común es más abundante en el Mediterráneo, mientras que las nécoras son más abundantes en las costas del noroeste y Cantabria, donde se hace abundantísimo consumo de ellas, y se pescan por procedimientos muy simples, y frecuentemente a mano.

EL PERCEBE

(*Pollicipes cornucopia*) (fig. 142). Es el único entomostráceo que tiene interés para el hombre como alimento y aún así, en pocos países, como el nuestro. Viven fijos al substratum rocoso de las costas, en lugares muy batidos, y casi siempre en profundidades que descubren poco con las mareas, por lo que la pesca suele ser peligrosa. Se verifica o a mano, desde embarcaciones, o con pértigas que se lanzan desde las embarcaciones, después de haber localizado a las piñas de ejemplares por medio de anteojos de agua.

CLASE ARACNIDOS

Artrópodos sin antenas, pero provistos de un par de apéndices que las sustituyen y que se llaman quelíceros. Cuatro pares de patas. Respiración por tráqueas, filotráqueas o por láminas branquiales.

Los únicos arácnidos marinos pertenecen al arcaico orden de los Xifosuros, los mal llamados cangrejos cacerola, representados en la actualidad solamente por el género *Limulus* (fig. 154), propio de los mares cálidos de América del Norte. El cefalotórax está protegido por un gran caparazón en forma de escudo, y lo mismo ocurre con el abdomen, que se prolonga en un largo apéndice agudo. En el cefalotórax hay dos grandes ojos compuestos y otro par de ellos simples. La cara ventral del cefalotórax tiene seis pares de apéndices, de los que el primero corresponde a los quelíceros. Los cinco siguientes pares, que rodean a la boca son marchadores, pero sirven también para la masticación, por la acción de un talón basilar que poseen. En el abdomen hay otros seis pares de apéndices foliáceos, transformados en órganos respiratorios.

CLASE PANTOPODOS O PICNOGONIDOS

Son un grupo muy reducido de animales marinos, afines a los arácnidos. El cuerpo está formado por un cefalotórax dotado de un rostro, tres segmentos cefálicos y uno torácico, seguido de tres segmentos más, libres y de un abdomen rudimentario. Hay cuatro ojos simples en el cefalotórax y cuatro pares de apéndices de longitud frecuentemente desmesurada, de los que por lo menos el primero y frecuentemente también el segundo, están terminados en pinzas. Entre las especies están *Pycnogonum littorale* y *Nymphon hispidum*.

CLASE INSECTOS

Artrópodos con un par de antenas solamente, tres pares de patas y comúnmente con dos pares de alas. Respiración traqueal.

Citamos los insectos solamente a título de curiosidad, ya que entre los innumerables de ellos existentes, sólo hay una especie perteneciente al género *Halobates* (fig. 155), un hemiptero, que haga vida permanentemente marina.

CAPITULO XXII

FILUM MOLUSCOS

Metazoarios trocóforos, con simetría bilateral, a veces modificada por torsión del cuerpo. Este es blando y carece de segmentación y de apéndices articulados. Poseen una protuberancia carnosa, frecuentemente extensible y denominada epíle. Casi siempre recubiertos de una concha univalva o bivalva. Sistema nervioso ganglionar, con un collar esofágico formado por los ganglios supra e infraesofágicos.

El cuerpo está revestido de un tegumento especial, blando, que constituye el manto, en su repliegue dorsal. Este manto es el que, por su borde, da lugar a la formación del exoesqueleto característico de los moluscos. La concha de los moluscos está formada por una sustancia orgánica, la conquitina y por sales cálcicas carbonato y fosfato cálcicos principalmente. El cuerpo queda encerrado entre dos repliegues laterales del manto, en una cavidad denominada paleal en cuyo interior se encuentran situadas las branquias. En el desarrollo larvario se pasa por una fase larvaria semejante a la trocófora de los anélidos. En algunos casos como en los cefalópodos, el desarrollo es directo, sin fase larvaria. El filum de los moluscos se divide en cinco clases, anfineuros, gasterópodos, escafópodos, lamelibranquios y cefalópodos, todas ellas con representantes marinos.

CLASE ANFINEUROS

Son marinos, con simetría bilateral. Ano y boca situados en las extremidades del cuerpo. Sistema nervioso con dos cordones ganglionares dorsales y dos ventrales, en comunicación por comisuras. Un ganglio cerebrolde.

El cuerpo es más o menos largo. No existe concha, o está formada por una serie de ocho placas imbricadas. El manto está impregnado de espículas y recu-

bren a todo el cuerpo, menos a la superficie ventral. Las branquias pueden faltar y cuando existen están en número de un par, en el extremo posterior del cuerpo. Algunos tienen las branquias situadas en el interior de una cavidad paleal, entre el manto y el pie, y forman a cada lado una banda más o menos extensa de laminitas branquiales, formando un círculo.

Son unisexuales excepto los neomenídeos, que son hermafroditas. En el desarrollo larvario se pasa por una fase especial, la larva eptotroca.

La clase comprende a dos órdenes: placóforos y solenogastros.

1.º ORDEN PLACÓFOROS.

Con concha compuesta de ocho placas o valvas imbricadas. Cuerpo convexo en la cara dorsal y plano en la ventral. La parte dorsal del animal no recubierta por las placas, está erizada de tubérculos y espículas.

Con cavidad paleal y dos series de branquias en su interior. Región cefálica apenas distinta. Con un órgano especial para la masticación, la rádula, en el interior de la faringe. Viven en la región litoral, aunque también se los encuentra en grandes fondos abisales de hasta 4.000 metros. *Chiton olivaceus*, *Acanthochiton fasciatus* (fig. 156).

2.º ORDEN SOLENOGASTROS.

Cuerpo vermiforme, largo y cilíndrico y desprovisto de concha. Manto erizado de numerosas espículas que forman un recubrimiento peloso. Sin branquias o con ellas en la región cloacal. *Neomenia*, *Chaetoderma*, etc.

CLASE GASTEROPODOS

Cuerpo asimétrico, como consecuencia de la torsión que experimentan en espiral y dividido en tres regiones bien manifestas: un pie ventral, una región cefálica anterior y una masa visceral, encerrada en una concha univalva, o sin ella.

La región cefálica está provista de tentáculos retráctiles, de los que los más largos llevan a los ojos en sus extremos. El pie, extraordinariamente retractil y extensible, está terminado en punta más aguda en su región caudal que en la anterior. Cabeza y pie pueden salir del interior de la concha y cuando se introducen en ella, pueden aislarse completamente del exterior por la existencia de una lámina córnea, el operculo, que cierra perfectamente la abertura externa de la concha.

El manto forma un repliegue paleal, cuya forma puede diferir en los distintos órdenes de gasterópodos. En las lapas por ejemplo, que tienen simetría y la concha está sin enrollar, el manto forma un simple reborde anular alrededor del saco visceral, dando lugar a una cavidad paleal única. En otros casos, el borde libre del lado izquierdo del manto se prolonga por un repliegue, cuyos bordes se unen para formar un tubo o esfón.

Las vísceras están situadas en una cavidad constituida por un conjunto de lagunas y senos hemolinfáticos, carentes de paredes propias, es decir sin existencia de un verdadero sistema vascular. Además de esta cavidad está otra, el auténtico coloma, que está encerrado entre el pericardio y los órganos sexuales.

El tubo digestivo tiene, como en los anfíneuros, su correspondiente rádula. Las branquias o tenidios están en el interior de la cavidad paleal.

La clase de los gasterópodos comprende a dos subclases: Prosobranquios y Eutíneuros.

SUBCLASE PROSOBRANQUIOS

Con los órganos paleales situados delante del saco visceral. Con una o dos branquias colocadas delante del corazón y con la aurícula delante del ventrículo. Pie provisto de un opérculo para cerrar la entrada de la concha, que siempre existe. El orificio genital está situado a la derecha. Sexos separados. Hay dos órdenes: Aspidobranquios y Pectinibranquios.

1.º ORDEN ASPIDOBRANQUIOS.

Dos branquias pectinadas. Concha bien desarrollada y casi siempre provista de opérculo. Dos aurículas y dos riñones. Pie

horizontal y sin sifón paleal. Entre ellos está la lapa (especies diversas del género *Patella* (fig. 157), la oreja de mar (*Haliotis*) (fig. 158), etc., etc.

2.º ORDEN PECTINIBRANQUIOS.

Una sola branquia verdadera, también pectinada. Una sola aurícula y un solo riñón. Con sifón paleal y órgano copulador. Entre las especies de este orden están *Tritón* (fig. 159), *Comus* (fig. 38), *Murex* (fig. 160), *Purpura*, etc.

Dentro de los pectinibranquios hay un orden, el de los heterópodos, especialmente adaptados a la vida pelágica, en los que el pie, comprimido y vertical, se ha transformado en una aleta. Entre ellos están *Aliatta*, *Carinaria* y *Pirota*.

SUBCLASE EUTINEUROS

Así como en los prosobranquios los conectivos nerviosos pleurovasculares estaban cruzados, formando un 8, en los eutíneuros no ocurre así, estando todos ellos situados alrededor del esófago. Con dos pares de tentáculos cefálicos. Hermafroditas. Se nota una marcada tendencia a la reducción del saco visceral, que llega a desaparecer por completo en algunos. Lo mismo ocurre con la concha y con su opérculo. Comprende la subclase a dos órdenes, opistobranquios y pulmonados, de los que no nos interesan, como fauna marina más que los primeros.

ORDEN OPISTOBRANQUIOS:

Eutíneuros de respiración branquial o simplemente cutánea. Branquias situadas en la región posterior del cuerpo. Concha pequeña o ausente. Cuando hay cavidad paleal, está en comunicación con el exterior por medio de una amplia abertura.

El orden comprende a dos subórdenes: tectibranquios y nudibranquios.

Los tectibranquios tienen los órganos paleales situados en el lado derecho del cuerpo y más o menos recubiertos por un reborde del manto. Y lo mismo ocurre con la branquia. La concha es casi siempre rudimentaria. Entre ellos está *Bulla*, *Aplysia*, *Physalia*, etc.

Los nudibranquios carecen en absoluto de concha y las branquias están completamente al descubierto, si es que existen, pues pueden también faltar, verificándo-

se la respiración por expansiones cutáneas laterales, que las sustituyen. Entre las especies están *Doris*, *Elysia* y *Tethys*.

CLASE ESCAPOPODOS

Moluscos con el cuerpo simétrico, alargado, con el manto en forma de saco cilíndrico. Concha tubular, cónica y abierta en sus dos extremos. Pie largo y también cilíndrico y terminado en tres lóbulos.

Están representados en nuestras aguas por el género *Dentalium*. La concha, cilíndrico-cónica es larga. El orificio ventral es el mayor y por él sale el pie. La boca rodeada de una corona de tubérculos táctiles. Sexos separados. En el desarrollo larvario se pasa primero por una fase trocófora y después por otra veliger.

CLASE LAMELIBRANQUIOS

Moluscos con el cuerpo simétrico. Sin región cefálica distinta. Manto dividido en dos lóbulos laterales y con la concha bivalva, articulada en una charnela. El pie es comprimido y tiene forma de hacha, por lo que también se les denomina *epelicipodos*.

Las dos valvas suelen ser iguales, aunque en algunos casos no ocurra así (concha de peregrino (*Pecten*)), en la que una es plana (la aparentemente superior) y la otra cóncava. La unión de las valvas se verifica por medio de una charnela, dotada de un ligamento extensor, que tiende a mantenerla abierta, y su cierre se asegura por la existencia de un cierto número de dientes existentes en ella y por la acción de uno o dos músculos retractores insertos en la porción de la superficie de la concha que deja libre el manto.

El manto, como decimos, está formado por dos repliegues laterales que envuelven al cuerpo del animal, dejando entre medias a la cavidad paleal, en cuyo interior, a los lados del cuerpo, están situadas las branquias, en número de un par a cada lado. El manto está adherido a la concha en la mayor parte de su extensión, pero deja libre una pequeña región de contorno escotado, que en la concha se marca por la existencia de una impresión, denominada *impresión paleal*. El manto, cuyos bordes libres se unen, comunica a la cavidad paleal con el ex-

terior por medio de dos prolongaciones tubiformes, los sifones, cuya posición coincide con el seno y la impresión paleal. Por uno de ellos, el respiratorio, el agua entra en la cavidad paleal, saliendo posteriormente por el otro, que es el cloacal. Ambos sifones son extraordinariamente extensibles. No existe región cefálica definida. La masa visceral corresponde a la región dorsal de las valvas, es decir a la más próxima a las charnelas.

La concha está integrada por tres capas: una externa, cuticular y córnea, denominada *periostraco*, y constituida por conquitina; una intermedia, formada por prismas muy pequeños de carbonato cálcico, separados por conquitina y, finalmente por otra tercera, la que constituye la superficie interna de la concha, denominada *esca* del nácar, que está compuesta de una gran serie de laminillas superpuestas, paralelas a la superficie interna de la concha y en las que también alternan el carbonato cálcico y la conquitina.

El *periostraco* y la capa prismática interna son secretados por el borde del manto, mientras que la capa nacarada se original en el epitelio externo de toda la extensión superficial del propio manto.

La organización general interna de un lamelibranquio es la que se expone en la figura 76, representativa de la anatomía de la almeja común (*Tapes decussatus*).

En el borde superior de la concha está la charnela. El manto, del que se ha separado la mitad correspondiente a la valva derecha, bordea a la concha y al llegar a la porción media posterior de la misma origina los dos sifones, respiratorio y cloacal, que en esta especie están separados. En las regiones posterior y anterior de la concha están situados los dos músculos encargados del cierre de la concha. El saco o masa visceral ocupa la porción superior de la cavidad paleal y lleva a derecha e izquierda a las láminas branquiales, en número de un par por cada lado. Por debajo de la masa visceral y con la punta, muy extensible, dirigida hacia atrás, se encuentra la masa muscular del pie. En la porción anterior de la masa visceral se abre la boca, a donde llega el agua después de haber bañado las branquias. La abertura

anal se abre en el extremo de un estrecho tubo, que se destaca de la porción anterior de la masa visceral y que desemboca en la cavidad paleal en las inmediaciones del músculo abductor posterior. En algunas especies, no existe más que un solo músculo abductor. La boca por otra parte, como también ocurre en el mejillón, puede estar rodeada de una serie de expansiones laminares que reciben el nombre de epálpos labiales.

Los sexos pueden estar separados o haber individuos hermafroditas, como ocurre por ejemplo con la vieira o concha de peregrino, en las que coexisten, contiguos, ovarios y testículos.

La clase de los lamelibranquios se divide en los órdenes protobranquios, filibranquios, pseudolamelibranquios y eulamelibranquios.

1.º ORDEN PROTOBRANQUIOS.

Con un par de branquias pectinadas y situadas en la porción posterior de la cavidad paleal. El pie no está comprimido y su superficie ventral es plana, adaptándose a la reptación. *Nucula nitida*, de concha estriada y triangular, es propia de los fondos fangosos.

2.º ORDEN FILIBRANQUIOS.

Las branquias son dos pares y foliáceas, estando compuestas por largos filamentos que penden en la cavidad paleal. En algunas especies el músculo abductor posterior está muy desarrollado, mientras que el anterior lo está muy poco y llega incluso a desaparecer denominándose entonces estos lamelibranquios emonomiarios, en oposición de los edimarios que tienen ambos músculos bien desarrollados. En los monomarios, el pie puede ser también muy pequeño y la concha asimétrica, como ocurre con *Anomia ephippium*.

Entre los dimarios, es decir en los que ambos músculos están bien e igualmente desarrollados, suelen faltar los sifones y el pie ser muy grande, como ocurre por ejemplo con *Arca noe* o *Pectunculus gulfianus*. Finalmente, entre los que tienen ambos músculos desigualmente desarrollados, los heteromarios, que suelen tener sifones y el pie largo, están el mejillón (figs. 161 y 162) y el dátil de mar (*Lithodomus lithophagus*).

3.º ORDEN PSEUDOLAMELIBRANQUIOS.

Los filamentos branquiales, en lugar de estar sueltos y pender libremente en la cavidad paleal, están unidos unos a otros por una serie de prolongaciones o eminencias ciliadas. Casi todas las especies son monomarias y carecen de sifones. Entre ellas están la concha de peregrino o Vieira (*Pecten maximus* y *Pecten jacobaeus*) (fig. 163), los nácares (*Pincta nobilis*) y la madreperla (*Meleagrina margaritifera*) (fig. 164).

4.º ORDEN EULAMELIBRANQUIOS.

Los filamentos branquiales están tan unidos entre sí, que es difícil distinguirlos. Casi todas las especies son dimarias y tienen los sifones bien conformados. Comprende este orden a la mayoría de los lamelibranquios, y a muchos de los que tienen interés industrial, como las almejas (especies del género *Tapes*, fig. 166), los berberechos (*Cardium*) la ostra (*Osireas edulis*, fig. 166), la ostra portuguesa (*Gryphaea angulata*), los muerzos o navajas (especies del género *Solen*, fig. 167), las *Macra*, *Chione* (fig. 168), *Donax*, etc., etc.

CLASE CEPALOPODOS

Moluscos con el cuerpo simétrico. Masa visceral muy desarrollada. La porción frontal del pie rodea a la cabeza y se divide en una serie de ocho o diez brazos o tentáculos, frecuentemente dotados de ventosas. La parte posterior del pie da lugar a un tubo muscular o embudo, denominado sifón. El manto forma una bolsa especial en cuyo interior está la masa visceral. La concha es interna, pudiendo faltar. El manto, en su cara dorsal, está unido al cuerpo y lleva a la concha en su interior. Queda libre de la masa visceral por delante, conformando una amplia cavidad paleal, que comunica con el exterior por el borde anterior del manto, que puede o no cerrarse al cuello del animal, voluntariamente, y cuando así ocurre, a través del sifón.

La cavidad paleal contiene a la masa visceral, a las branquias y los orificios, digestivos y genitales. La cabeza está bien definida como decimos, y en ella, además de los brazos o tentáculos están situados los ojos, muy bien desarrollados y

de organización complicada (ver capítulo sobre la visión en los seres marinos), y la boca.

La concha es de forma frecuentemente oval o alargada. Su consistencia es grande, aunque es extraordinariamente ligera, constituyendo en algunas especies, debido a su pneumatización, un verdadero órgano hidrostático.

Su organización interior responde a la de animales de elevado rango zoológico. El digestivo es complicado, constando de la boca, frecuentemente dotada de un poderoso pico córneo, glándulas salivares, un hígado bien diferenciado y unas glándulas accesorias especiales, las llamadas de la tinta, que sirven para lanzar al exterior, mezclada con el agua, su secreción negra, que sirve de nube de ocultación a estos animales cuando se ven en peligro.

Poseen también una rádula, formada por series paralelas de dientes.

El aparato circulatorio es parcialmente cerrado, estando constituido por dos sistemas uno arterial y otro venoso, que se comunican en determinados lugares. Además existen lagunas interviscerales, un corazón visceral y otro branquial.

Todos los cefalópodos son unisexuales. Hay cierto dimorfismo sexual, y la reproducción no comporta el paso por estados larvares (ver el capítulo sobre reproducción de los animales marinos).

1.º ORDEN TETRABRANQUIOS.

Son hasta cierto punto anómalos, porque tienen la concha externa y además multilocular, con los correspondientes tabiques atravesados por el sifón. Los brazos peribucales son muy numerosos y carecen de ventosas. Hay cuatro branquias como también cuatro riñones y cuatro aurículas en lugar de dos. No hay bolsa de la tinta. No existe más que un género, *Nautilus*, del Océano Pacífico.

2.º ORDEN DIBRANQUIOS.

Con la concha interna o sin ella. De ocho a diez brazos cefálicos, provistos de ventosas. Dos branquias, dos riñones y dos aurículas. El sifón forma un tubo completo y tienen bolsa de la tinta. El orden comprende a dos subórdenes: decápodos y octópodos.

1.º SUBORDEN DECÁPODOS.

Diez brazos, con ventosas rodeadas de un anillo córneo. Dos de ellos más largos que los restantes. Con concha interna, y comúnmente rudimentaria. Son pelágicos frecuentemente y buenos nadadores. Cuerpo largo y provisto de nadaderas o aletas laterales y caudales. Entre las especies más salientes están las jibias (*Sepia officinalis*) (figs. 79 y 169), el calamar (*Loligo vulgaris*) (fig. 170), los voladores (especies de los géneros *Sthenoteuthys*, *Chroteuthys*, *Todarodes*, *Todaropsis*, etcétera), las sepiolas (*Sepiella roosei*), etc., etc.

2.º SUBORDEN OCTÓPODOS.

Solamente ocho brazos rodeando a la boca y con las ventosas sin anillos córneos. Concha interna, rudimentaria o nula. Es externa, excepcionalmente, en las hembras de *Argonauta* (fig. 171). Cuerpo globoso en forma de saco y más propio para la reptación que para la natación. Entre las especies, están los diversos pulpos (*Octopus vulgaris*, *O. macropus*, etc.), el pulpo almizclado (*Eledone moschata*, fig. 172); el argonauta (*Argonauta argo*) caracterizado por tener el celocotilio autónomo (ver Reproducción de los animales marinos), etc., etc.

LOS MOLUSCOS ÚTILES AL HOMBRE

Indudablemente, la máxima utilidad de estos animales para el hombre radica en su valor como alimento, y así, forman un capítulo muy importante de la industria pesquera. Sirva de ejemplo la siguiente relación de las especies que, en nuestro país son objeto de consumo como alimento en fresco o en conserva, y en cuya relación no se citan más que las especies más salientes, puesto que en realidad son pocas las que en alguna u otra localidad, aparte de las citadas, no son también objeto de consumo.

GASTERÓPODOS:

1. Biguro. (*Littorina littorea*).
2. Cañalla. (*Murex brandaris*).
3. Burgao. (*Murex trunculus*).
4. Busano. (*Purpura haemastoma*).
5. Caracola. (*Triton nodiferus*).
6. Oreja de mar. (*Helix tuberculata*).

LAMELIBRANQUIOS:

7. Almeja común. (*Tapes decussatus*).

8. Almeja babosa. (*Tapes pullastra*).
9. Almeja (*Tapes geographicus*).
10. Almeja. (*Tapes aureus*).
11. Almeja (*Tapes textaratus*).
12. Almeja (*Macra stultorum*).
13. Almejón de sangre. (*Callista chione*).
14. Coquina. (*Donax trunculus*).
15. Chirla. (*Venus gallina*).
16. Pie de cabra. (*Venus verrucosa*).
17. Almeja de perro. (*Scrobicularia plana*).
18. Ostra. (*Ostrea edulis*).
19. Morrucho. (*Ostrea clipeata*).
20. Ostra portuguesa. (*Gryphaea angulata*).
21. Mejillón. (*Mytilus edulis*).
22. Concha de peregrino o vicira (*Pecten maximus*).
23. Concha de peregrino o vieira. (*Pecten jacobaeus*).
24. Zamburifa. (*Chlamis varia*).
25. Volandeira. (*Chlamis opercularis*).
26. Nava'a. (*Solen ensis*).
27. Nava'a. (*Solen sagina*).
28. Nava'a. (*Solen siliqua*).
29. Dátil de mar. (*Lithodomus lithophagus*).

CEFALÓPODOS:

30. Jibia. (*Sepia officinalis*).
31. Chopito. (*Sepia orbignana*).
32. Sepiolo. (*Sepiolo rondeletii*).
33. Calamar. (*Loligo vulgaris*).
34. Calamar. (*Loligo media*).
35. Calamar. (*Loligo marmorae*).
36. Calamar. (*Loligo forbesi*).
37. Volador. (*Todaropsis sagittatus*).
38. Volador. (*Illex coindetii*).
39. Volador. (*Todaropsis stranyi*).
40. Pulpo. (*Octopus vulgaris*).
41. Pulpo almizclado. (*Eledone moschata*).

Sin embargo, desde muy antiguo, determinados moluscos han sido pescados por el hombre con fines diferentes de los de alimentación. Prescindiendo por ejemplo, del empleo que la humanidad ha hecho y aun sigue haciendo en determinadas razas de las conchas como moneda, son dignos de mención el empleo de determinados gasterópodos como *Purpura haemastoma*, para la obtención de colorantes, la clásica púrpura; el de las conchas de lamelibranquios para la talla de objetos de adorno, como los camafeos; o para la obtención del nácar; o para ob-

tener materiales callosos que agregar a la alimentación de las aves. Pero indudablemente, una de las industrias más interesantes derivadas de los moluscos, aparte de la de su pesca para alimentación, es la de la obtención de perlas.

LA INDUSTRIA DE LAS PERLAS

Como es sabido, es frecuente que los moluscos, sobre todo los lamelibranquios, presenten en su interior determinados corpúsculos recubiertos de nácar, de brillo especial y característicos, que son las perlas. Su belleza y su rareza fueron la causa de que siempre tuviesen las perlas un gran valor. Su rareza se debe a que, aunque la producción de las perlas es común a muchas especies de moluscos, sólo un determinado y reducido número de ellas las producen con un nácar lo suficientemente fino y de calidad, para que las perlas adquieran valor.

La irrisación del nácar, tanto el de las perlas como el de las conchas, reside en los efectos de difracción de la luz al incidir sobre las laminillas de conquitina que lo constituyen.

La formación de las perlas es puramente accidental, pues en realidad no es sino una enfermedad de estos animales. Como dijimos anteriormente, el nácar como el resto de la concha, es segregado por el manto del molusco en su superficie de contacto con la concha. Una ostra perlera, sana, no contiene nunca perlas. Pero si cualquier accidente se produce en la superficie de contacto entre la concha y el manto, una erosión, una rotura, la interposición de un cuerpo extraño, el animal se defiende de ella aislándola con sucesivas capas concéntricas de nácar. Se originarán así perlas, que en este caso, estarán adheridas a la concha, hecho muy frecuente en las ostras perleras (*Melagrina margaritifera*). Pero si la erosión, o el accidente se produce en el interior del manto, la perla estará aislada y por destrucción de aquél, quedará en libertad, siendo estas las auténticas perlas que se cotizan en el mercado. Algunas veces, las perlas no se forman en el manto, sino en otros órganos, siendo de peor calidad, aunque también aisladas. Finalmente, puede darse el caso de la formación de una perla en el manto pero que por presión sobresalga por fuera de éste.

y se ponga en contacto con la concha, dando lugar a las llamadas perlas de botón.

Aunque en las ostras perleras la formación de las perlas puede tener lugar ante la presencia de un cuerpo extraño, lo normal es que responda, como decíamos anteriormente, a una verdadera enfermedad, a la invasión de su manto por quistes de determinados gusanos.

En la ostra perlera (*Melegrina margaritifera*) se hospeda una fase del desarrollo de un gusano (*Disfomya duplicatum*), cuyo adulto es parásito del tubo digestivo de determinadas especies de rayas. Igualmente se conocen dos o tres especies de arácnidos ácaros, que también se alojan en el manto de estos moluscos. Cuando la invasión se ha producido, la ostra se defiende de ella aislando a sus parásitos con sucesivas capas de nácar, dándose origen así, a las auténticas perlas.

La explotación de estas perlas se realizó siempre, buscando por diversos medios, a cuerpo limpio o con escafandras, para extraer las ostras perleras del agua, o dragando los fondos, dejando después que las ostras muriesen para que, al desaparecer la materia viva, las perlas quedasen al descubierto.

Como es natural, las dificultades de la pesca y el pequeño porcentaje de ostras parasitadas, y dentro de ellas, de las poseedoras de perlas de formas y tamaños de valor, fueron la causa de su gran estimación y precio.

Estas perlas, las auténticamente espontáneas, responden por su lugar de formación a cuatro clases diferentes:

- 1.ª Las verdaderas perlas, de forma esférica, formadas en el interior del manto.
- 2.ª Las perlas ebarrocadas, de forma irregular, formadas también en el manto.
- 3.ª Las perlas en «botón», formadas en el manto, pero ligadas por un pedúnculo a la concha.
- 4.ª Las «medias perlas», formadas sobre la concha.

Las principales especies de ostras perleras pertenecen, como decimos al género *Melegrina* (*Melegrina margaritifera*, *Melegrina martesi*), etc.

Las principales pesquerías naturales de este molusco son las siguientes:

Golfo Pérsico. (posiblemente las explotadas desde más antiguo), donde según Joubin, pescan cerca de 3.500 embarcaciones y cerca de 35.000 hombres.

Ceílán, donde la pesca se realiza de forma reglamentada, y de donde se obtienen las más estimadas del mundo por su coloración. La pesca es verificada por cerca de 10.000 hombres.

Mar Rojo. Explotadas principalmente por los árabes y desde muy antiguos tiempos.

Australia. Están en el norte de este Continente, en la Tierra de la Reina y en la costa sur. La pesquería está destinada principalmente a la obtención del nácar, pero también se obtienen perlas en buena cantidad.

Oceania. La ostra perlera atunda en la totalidad de los archipiélagos de Oceanía, en los que los indígenas pescaron siempre las perlas para objeto ornamental, sin tener noticia de su valor, hasta la llegada de los europeos, que comenzaron su explotación industrial.

América Central. Las principales pesquerías de esta región se encuentran en Méjico, Venezuela y Panamá. Son extraordinariamente ricas en perlas, sobre todo los yacimientos mejicanos, donde la calidad de las perlas es tan buena como las de las de Asia, ya que su coloración es mucho más oscura, llegándose en ocasiones a las famosas perlas negras, tan estimadas en el mercado. Las dimensiones de las perlas mejicanas son también muy grandes, procediendo de allí las más famosas por su tamaño y coloración, entre las auténticas perlas naturales.

Desde el punto de vista comercial, se distingue una serie de formas y calidades designadas por los nombres de «parangón», —las más perfectas—, redondas, botones, piriformes, gotas, ovoides, cónicas, barriles, simientes, polvo, pétalos, alas, limacos, martillos, barrocas y medias perlas.

EL CULTIVO DE LAS PERLAS

La gran demanda de perlas y el alto valor que adquieren, hizo pensar en la posibilidad de obtenerlas artificialmente, mediante un cultivo. Las experiencias

fueron indicadas hace unos sesenta años por un japonés, Mikimoto, habiendo dado lugar en la actualidad a una industria extraordinariamente floreciente. Mikimoto pensó en la posibilidad de provocar la formación de las perlas, por la introducción artificial, dentro del manto de las *Meleagrias*, de cuerpos extraños, lo más similares posibles a los que naturalmente provocan la formación de las perlas naturales. Inició las experiencias injertando en el manto de una *Meleagrina* y en zona del mismo previamente elegida, un trozo de tejido periférico de otra ostra perlera, a cuyo injerto añadía, en ocasiones, un núcleo sólido, a veces una pequeña perla natural ya formada. La ostra era devuelta al mar y tenida en lugar acollado durante varios años, en espera del crecimiento de la perla así provocado.

Naturalmente, estas perlas difieren en general de las espontáneamente naturales en que en éstas, el núcleo de la perla es frecuentemente un parásito, pero no es menos cierto que también en muchas ocasiones el agente que provoca la formación de la perla no es tal parásito, sino un cuerpo extraño, frecuentemente mineral, que se observa en el interior de multitud de ellas.

Una vez demostrada la posibilidad de provocar la producción de perlas, Mikimoto se dedicó, como base de la industria, al cultivo artificial de las ostras perleras, a fin de no depender de los yacimientos naturales. Una vez conseguido esto, y establecidas las ostras perleras por edades, se procede a los injertos, que se realizan solamente en los individuos que han cumplido los tres años de edad, durante la formación normal de las perlas hasta siete años, que transcurren en el interior de cajas especiales, cuya profun-

didad de fondeo se varía en razón de las condiciones térmicas y alimenticias del agua.

Las perlas así obtenidas son exactamente iguales que las naturales.

No existe más diferencia entre unas y otras que la de que éstas se producen espontáneamente y aquellas son provocadas. La misma composición, el mismo fundamento en su origen, el mismo animal productor, etc., etc.; con las ventajas en favor de las artificiales de que no implican el trabajo frecuentemente mortal de su pesca, sino una enorme comodidad al poder buscar concretamente la ostra tal o cual, que en tal fecha fué injertada; y la de poder provocar la forma de las perlas a desao del consumidor, por la inclusión de núcleos preformados, etc., etc.

Sin embargo, hay que citar a título de anécdota, y de triste anécdota, el famoso pleito que en Francia provocó la aparición en el mercado de las perlas cultivadas. Como es natural, el mercado de las perlas que se dieron en llamar *enataurales* o *efinasas*, se vino abajo con la aparición de las cultivadas, tan *enataurales* y tan *efinasas* como las otras. Y pese a los informes científicos que se dieron, los tribunales acordaron que las perlas provocadas no se podían vender como *enataurales* o *efinasas*. ¡Un absurdo error de la Justicia, que desprecia un producto tan bueno como el espontáneamente producido por las ostras, y que limita las posibilidades económicas de una industria — pese a todo floreciente —, al mismo tiempo que condena a seguir soportando su vida miserable y frecuentemente corta, a los miles de pescadores que, año tras año, bucean en busca de las ostras perleras, para obtener unas perlas de las que ellos, bien poco beneficio obtienen!

CAPITULO XXIII

LOS MEJILLONES Y LA MITICULTURA

El mejillón (*Mytilus edulis*), como se expone en páginas anteriores, es un lamelibranquio, filibranquio y heteromíario, es decir, que sus láminas branquiales están formadas por filamentos independientes entre sí y los músculos abductores de la concha están desigualmente desarrollados.

La concha es alta, terminada en punta en las proximidades de la charnela y redondeada en su extremo opuesto. Toda ella está recorrida por una finísima estriación concéntrica, en la que, de cuando en cuando, se advierten soluciones de continuidad que, normalmente, suelen corresponder a fases de crecimiento acelerado, es decir, se trata de emarcas de edad, aunque no pueda afirmarse, por lo menos en los mejillones procedentes de parques de cultivo, que correspondan a años de edad.

Los mejillones viven normalmente adheridos a las rocas de la costa (fig. 173), o a otros soportes sumergidos, a los que se unen por medio de unos filamentos especiales, el biso, originado por la coagulación en contacto con el agua de la secreción de una glándula especial que poseen estos animales, la glándula del biso (fig. 162). El músculo abductor, bien desarrollado, de color blanco y con estrias intensamente nacaradas, está colocado en la región postero-inferior de la concha, siendo de forma ovoide, casi circular. Está prácticamente circundado, salvo por detrás, por la región inferior del pie.

La masa visceral se encuentra en la región dorso superior de la concha. Se inicia en el ápice de la misma, en la forma de una punta roma, para ir aumentando de grosor hasta aproximadamente el centro de la altura de la concha. Su cara posterior corre casi paralela al borde de las valvas, mientras que la anterior desciende verticalmente por el centro de la superficie de las mismas, dejando por delante una amplia cavidad. Por

su región inferior se pone a tope con la zona laminar del pie y por la antero-inferior, con la prolongación cilíndrica del mismo, que en estado de retracción queda adosado a ella. Su color, como el dominante de todos los órganos, es amarillo anaranjado, aunque su porción dorsal deja entrever, por transparencia, la tonalidad verdoso-pardusca del hapatopancreas.

La boca se abre en el ápice de la masa visceral y está circundada por cuatro palpos labiales, muy desarrollados, en forma de palas de hélice, que presentan en su superficie una finísima estriación pennada.

Las branquias, en número de un par por cada lado, ocupan casi toda la mitad anterior de la cavidad paleal. Están insertas por su borde posterior, en parte a la masa visceral y en parte al pie. Son de color rojo violado y resalta en seguida su gran superficie, indudablemente relacionada con la gran actividad filtradora del agua, característica de estos animales.

En pie está situado en parte entre las láminas branquiales y en parte por debajo de la masa visceral. Consta de dos regiones bien definidas: una inferior y no muy gruesa, que es la que se pone en contacto con el músculo abductor y con la región inferior de la masa visceral, de la que se destaca una expansión de forma acorazonada y color carminoso, que queda entre las láminas branquiales, y otra parte superior-anterior, que sobresale de la primera como un apéndice cilíndrico y musculoso, terminado en pico de flauta, que presenta en su extremo una hendidura verticalmente extendida. En la base de esta prolongación cilíndrica del pie, está situada la glándula del biso.

El manto se extiende por toda la superficie de la concha. Es de regular consistencia y tiene su borde fuertemente engrosado, en un espesamiento festoneado de color casi negro o violado oscuro.

Las glándulas sexuales, originadas en

la base de la masa visceral, como es común en los lamelibranquios, invaden en esta especie ambos lóbulos laterales del manto, presentándose como dos espesamientos del mismo, que se extienden desde el ápice a la base de la concha y desde el centro de la superficie del manto hacia los bordes del mismo. El testículo es blanquecino, no presentando vascularización aparente. El ovario, que si la presenta, es de color anaranjado intenso o rojizo.

El mejillón, como decíamos anteriormente vive espontáneamente adherido a las rocas y a profundidades no muy grandes, que normalmente descubren en el movimiento de las mareas, por lo que pasa un cierto número de horas al día en seco, con la concha cerrada, para defenderse de la desecación.

Se alimentan de sustancias orgánicas en suspensión en el agua, tanto organismos planctónicos — y principalmente rano-planctónicos —, como detritos. Se desarrollan mejor, por otra parte, en aguas de una cierta hiposalinidad, como las próximas a las desembocaduras de los cauces fluviales, en las que, por cierto, son frecuentemente mucho más abundantes los elementos detritivos y la materia orgánica en suspensión en el agua.

Los mejillones, que se alimentan como la mayoría de los lamelibranquios, de forma involuntaria, al retener mecánicamente los corpúsculos nutritivos que lleva el agua en suspensión, al circular esta por la cavidad paleal en el curso de la respiración, tienen una enorme capacidad de filtración de agua. Un mejillón de cinco centímetros de longitud, es capaz de filtrar, a temperatura del agua de unos 18 grados, CINCO litros por hora, capacidad de filtración que desciende al hacerle la temperatura, para anularse a unos 2 grados. Dada esta enorme capacidad de filtración se comprende que los mejillones crezcan muy rápidamente si el contenido en alimento del agua es suficientemente grande y que, por ejemplo en las zonas próximas a las poblaciones, donde vierten las alcantarillas de las mismas, sean unos magníficos elementos depuradores de las aguas, al liberarlas de todas las materias en suspensión, aún los gérmenes patógenos, si bien esto constituye un evidente peligro de infección para aquellos que coman los mejillones sin

haberlos depurado previamente, lo que es fácil conseguir, como veremos posteriormente.

Debido a lo anterior, los mejillones prosperan mejor en los lugares donde el agua está relativamente agitada, puesto que la renovación se asegurará y, con ella, el nuevo aporte de alimentos. Las aguas no deben estar, sin embargo, demasiado agitadas, pues en ese caso el mejillón gasta gran parte de sus energías en asegurar una mejor fijación al soporte rocoso y en engrosar su concha, lo que desde el punto de vista de su aprovechamiento no es deseable, puesto que todo lo que se gaste en desarrollar la concha se pierda en crecimiento de la carne del animal.

Los mejillones son, como hemos dicho unisexuales. La fecundación de los huevos se produce en la cavidad paleal de la hembra a la que llegan los productos sexuales masculinos arrastrados por el agua. El embrión se desarrolla dentro del huevo sin abandonar la cavidad paleal materna y sólo cuando nacen las larvas son éstas expulsadas al exterior. Estas larvas, ciliadas, se mueven en el agua haciendo vida pelágica durante un cierto tiempo, hasta que aparecen la concha y la glándula del bizo, fijándose entonces a un soporte rocoso o de otro tipo.

La reproducción se verifica prácticamente durante todo el año, pero parece tener su máxima intensidad entre abril y junio, en dependencia de la temperatura del agua.

Los mejillones fueron utilizados como alimento por el hombre desde tiempos remotos, pero son objeto de cultivo a partir del siglo XIII, cuando el famoso irlandés Patricio Walton comenzó su cultivo, cuyo origen es el siguiente:

Un barco tripulado por tres irlandeses y patronado por Patricio Walton, naufragó en las costas cercanas a la Rochela, en punta de l'Escale, sobreviviendo solamente el patrón. Establecióse allí, dedicándose a la caza y a la pesca, y observó, en el curso de ella, que los mejillones crecían más sobre los soportes de madera que utilizaba para sostener sus redes y que durante la baja mar quedaban al descubierto, que los que espontáneamente vivían a niveles inferiores y que sólo muy de tarde en tarde quedaban al descubierto, en las grandes mareas. Comenzó entonces a establecer enormes em-

palizadas y a colocar en ellas los mejillones, obteniendo magníficos resultados, que fueron la base de la mitilicultura.

Esta se realiza en la actualidad mediante tres procedimientos diferentes: las empalizadas, los estanques y las balsas flotantes.

CULTIVOS EN EMPALIZADAS

Son los que se realizan principalmente fuera de nuestro país, aunque en España también se practiquen (figs. 174 y 175), si bien no dan tan buenos resultados, debido a que la configuración de nuestras costas no permite una larga carrera de mareas, imprescindible para el buen éxito de este tipo de cultivo.

Consiste en el establecimiento de una serie de empalizadas, paralelas a la costa y colocadas a niveles progresivamente más profundos. El cultivo se comienza colocando escaras de mejillón, es decir, mejillones de uno a dos centímetros de longitud, cogidos de las rocas, en las empalizadas cuyos postes verticales están unidos por otros horizontales, que dan asiento a un entramado de ramas. La sujeción de los mejillones al entramado se consigue por medio de trozos de red vieja, en forma de venda, que se enrollan sobre los mejillones abrazando simultáneamente a las ramas del entramado, o a los postes del mismo. Al cabo de poco tiempo, los mejillones forman el biso y se adhieren al entramado. La red se pudre y se desprende, o es cortada y los mejillones, empiezan a crecer. Pasado un cierto tiempo, las pías han aumentado de tamaño y los mejillones carecen de espacio vital para seguir desarrollándose. Se les desprende y se les pasa a la segunda empalizada, menos profunda, donde se espacian suficientemente, por el mismo procedimiento que se utilizó en la primera fijación. Como es natural, los mejillones retirados de la primera empalizada, darán material para sembrar una superficie mucho mayor en la segunda.

Pasado otro tiempo, se verifica similar operación, pasándolos a una tercera empalizada a menor profundidad. De esta forma, los mejillones van aumentando de tamaño y pasando, a medida que van creciendo a niveles en los que quedan más tiempo al descubierto, hasta que adquirido el tamaño comercial son retirados de la empalizada para su consumo.

El procedimiento, muy común en Francia por ejemplo, da buenos resultados cuando se dispone de playas lo suficientemente amplias para permitir el escalonamiento de las empalizadas, cosa que, repetimos, no suele ocurrir en nuestro país, donde quedarían demasiado tiempo en seco. Por otra parte, la densidad de mejillones por unidad de superficie no puede ser muy grande, lo que obliga a la instalación de empalizadas de muy grande extensión, cuando el cultivo ha de ser de importancia. Tiene también ciertos inconvenientes, como el de permitir el acceso a los mejillones de muchos parásitos y animales depredadores, como las estrellas de mar, que son ávidas devoradoras de estos moluscos y que llegan a ellos, ascendiendo por los postes clavados en el suelo y que soportan a los entramados.

CULTIVO EN ESTANQUES.

También se realiza fuera de España, principalmente en Francia, y consiste en la simple estabulación de los mejillones en estanques de poco fondo, cuya comunicación con el mar permite la renovación periódica del agua. El procedimiento es peor que el anterior, pues frecuentemente se producen demasiados hacinamientos, con competencia alimenticia, mayores probabilidades de infección y de acción de parásitos y animales depredadores, y sobre todo porque, como los mejillones dan lugar a la formación de grandes cantidades de un fango característico, éste se acumula en el fondo, obligando a continuas limpiezas del estanque, si no se quiere que los mejillones lleguen a ahogarse en él.

CULTIVO EN LOS PARQUES FLOTANTES (figuras 176, 177 y 178).

Es el procedimiento más difundido en nuestro país, que da óptimos resultados. Tuvo su origen en el Mediterráneo, donde por no haber mareas, hubo de idearse un procedimiento para poder dejar a los mejillones de cuando en cuando en seco.

Consisten estos parques, en líneas generales, en una balsa (un flotador prismático, el conjunto de cuatro de ellos, o el caso viejo, de un barco (fig. 176) que soporta a una armadura, que vuela por fuera del flotador y que está constituida por una serie de vigas cruzadas, que sirven de

soporte a un entramado de listones de menor sección, separados unos de otros unos 50 centímetros. En cada cruce de los listones se cuelga una cuerda, cuya longitud oscila —según los fondos— entre cuatro y ocho metros. El número de cuerdas por cada balsa suele ser de 800 a 1.000.

Los mejillones pequeños, y por el procedimiento de la venda de red, son colocados sobre las cuerdas (fig. 178) —que tienen de dos a tres centímetros de sección—, hasta formar un cilindro de unos 10 centímetros. Se meten en el agua, y como en el caso de las empalizadas, se forma el biso, la red se pudre, se desprende o se rompe, y los mejillones comienzan a crecer.

Las cuerdas se mantienen casi constantemente bajo el agua, pero de cuando en cuando, por turno de rotación, se sacan de la misma (fig. 177), mediante una grúa o pluma, y se mantienen unas horas fuera de ella, cuidando de que nos les de el sol, con lo que se consiguen dos finalidades: sustituir a la marea, aunque la que se obtiene no sea diurna —lo que parece ser una ventaja—, y conseguir que la aireación elimine a los parásitos que incrustan la concha o a los depredadores que se comen a los mejillones, que por otra parte, al no existir más vía de acceso hacia ellos que el ancla de fondeo de la balsa, tienen más dificultad que en las empalizadas, para llegar a las piñas de mejillones.

Pasado un cierto tiempo, los mejillones crecen y es preciso proceder a su diseminación. En los parques flotantes, como los mejillones están mucho tiempo sumergidos, aunque no privados de fases de aireación y sometidos por tanto a un régimen de alimentación forzada —no olvidemos que la alimentación es involuntaria—, el crecimiento es muy rápido, llegando en nuestras costas gallegas a alcanzar un centímetro por mes.

Se procede, como decimos, a la labor de desencajados. Los mejillones son desprendidos de las cuerdas, y con el producto de los obtenidos en una de ellas se encorcan varias de las existentes en otra balsa. La misma operación se hace una tercera vez, y los mejillones de la tercera cuerda son los que ya se expenden en el mercado.

Es frecuente que la siembra de la primera cuerda se haga con mejillones de

unos tres centímetros de longitud y que el primer desencajado, a los tres meses, de ya mejillones de unos cinco a seis centímetros. De la segunda cuerda se obtienen con ocho o nueve, tamaño excelente para la venta y que en el mejillón salvaje se tarda varios años en conseguir.

El mejillón procedente de los parques flotantes tiene, además, otras ventajas. No sometido a la acción dinámica del mar, puesto que siempre está sumergido y pendiente de un artefacto que sigue aquellos movimientos, no tiene que defenderse endureciendo su concha, que es entonces fina, desarrollando mayor proporción de carne, que es lo que interesa a fines comerciales. Además, por proceder todos los mejillones de siembras sincrónicas, se obtienen cosechas de ejemplares similares en peso y tamaño, lo que es de gran importancia, sobre todo para la industria conservera, que puede envasar en cada formato de conserva, número similar de individuos.

Los parques flotantes de mejillones suelen instalarse en lugares en los que la salinidad del agua sea un poco baja y en los que la cantidad de alimento sea grande, lo que se consigue en las cercanías de las desembocaduras de los ríos, y en los puertos, a los que afluyen las aguas residuales de las poblaciones, como son, en ambos casos y por ejemplo, las rías gallegas o los puertos de Barcelona y de Valencia, donde hay gran cantidad de estos parques.

Decíamos anteriormente que los mejillones al filtrar tan gran cantidad de agua y apoderarse de los elementos nutritivos en ella en suspensión, actuaban como magníficos depuradores, pero que ello tenía el inconveniente de poder acumular en su seno a gérmenes patógenos, muy frecuentes en las aguas residuales de las poblaciones. Esto ocurre, en efecto, y los mejillones, si se comen crudos y sin depurar, pueden ser y son, elementos portadores y transmisores de gérmenes patógenos, por lo que las autoridades sanitarias de los países prohíben su comercialización y consumo, sin una previa depuración. Esta es fácil de conseguir por tres procedimientos diferentes: 1.º Por el tratamiento de los mejillones por radiaciones ultravioletas en instalaciones especiales. Da buenos resultados, quizá los mejores, pero las instalaciones

depuradores son de gran envergadura y coste. 2.º Tratamiento de los mejillones por agua de cloro. Se los transporta desde los parques a balsas especiales, donde se les mantiene unas cuantas horas en agua clorada. De esta forma se matan los gérmenes y los mejillones pueden ser consumidos sin peligro. 3.º El procedimiento más comúnmente empleado, por cómodo, barato y eficaz, consistente en el mantenimiento de los mejillones durante tres o cuatro días en aguas completamente limpias y renovadas constantemente. Durante ese tiempo, los mejillones destruyen los gérmenes patógenos que pueden contener, dirigiéndolos; se epurgan, al decir de los cultivadores y quedan en excelentes condiciones para ser consumidos.

Los mejillones, aparte de su peligro como portadores de gérmenes patógenos, pueden ofrecer otro, también ocasional. Cuando en su régimen alimenticio intervienen determinadas formas plantónicas, como ciertos radiolarios o peridínias —que a veces abundan de manera extraordinaria en las aguas gallegas, por ejemplo—, originan una sustancia tóxica especial, la mitiltoxina, que si no suele ser de efectos mortales, sí produce por lo menos graves y dolorosos trastornos gastrointestinales, e incluso en mejillones previamente esterilizados, puesto que esta toxina no es labil al calor.

No hay más procedimiento para evitar estos trastornos que el estudiar metódicamente la composición del plancton en los lugares en que están instalados los parques de cultivo de mejillones y suspender la recolección y la conservación de los mismos en cuanto se observa la presencia en el agua de aquellos planctófitos productores de la mitiltoxina, no reanudándose hasta pasados unos cuantos días de su desaparición, para dar tiempo a los mejillones a haberlos eliminado de su interior.

La especie más frecuentemente cultivada en nuestro país, como en Francia y Holanda, es el mejillón común (*Mytilus edulis*), pero también se cultiva en el Mediterráneo otra especie, el llamado mejillón rubio (*Mytilus gallo-provincialis*). En cuanto al mejillón salvaje, existe una tercera especie, el *Mytilus aŕer* o *Mytilus perna*, más abundante en las costas africanas y sobre todo de Mauritania, que

adquiere tallos desmesuradas y que es objeto de pesca a esos efectos.

La industria mejillonera iniciada en nuestro país hace bastantes años, con la instalación en el puerto de Barcelona de las primeras balsas flotantes, ha adquirido en la última década un desarrollo inusitado, al ser transplantado, con excelente éxito, el mismo procedimiento de cultivo a las costas de Galicia y Cantabria, donde pese a la existencia de las mareas, este procedimiento es mucho más adecuado. Remitimos al lector al capítulo de la importancia de la pesca en nuestro país, para informarse del volumen de capturas y valor de las mismas que supone esta industria. Pero además, la instalación de estos cultivos ha tenido una consecuencia hasta cierto punto inesperada.

En Galicia, es costumbre inveterada que los labradores utilicen como abono de sus campos a los pequeños mejillones, que formando pifias y verdaderos tapices, recubren las rocas del litoral. Una acción incesante de recolección de estos mejillones, incrementada durante la pasada guerra mundial, cuando faltaron los abonos minerales, comenzó a dejar peladas las rocas escaseando de tal manera los mejillones que llegó a plantearse el serio problema de la desaparición de la especie. problema con repercusión biológica, pero además industrial, tanto por la falta de aquel abono, —mal abono, que debe ser suprimido totalmente aunque los mejillones sobren— como por la de mejillones pequeños para nutrir a los parques mediterráneos, que no prosperan con la semilla mediterránea y que cada año tienen que importarla de los mares cántabro y del noroeste.

Cuando se procedió a la instalación de los parques gallegos, se pensó por algunos que la necesidad de mayor cantidad de mejillones pequeños, para nutrirlos, iba a ser el final de los mejillones salvajes, tan escasos por las razones anteriormente apuntadas. Pero ocurrió todo lo contrario. Los parques no sólo se convirtieron en fuentes de riqueza, sino en centros de diseminación de miríadas de larvas que, poco a poco, han ido repoblando las zonas anteriormente esquiladas, y en la actualidad se ha restablecido el primitivo estado, sin que haya problemas para el aprovisionamiento de los parques, a pesar de que los labradores

continúan con su inveterada costumbre de recogerlos para el abono de sus tierras.

LAS OSTRAS Y LA OSTRICULTURA

La ostra común (*Ostrea edulis*) es un molusco bivalvo, monomario y eulamibranquio.

Su concha no es perfectamente simétrica, pudiendo adoptar formas muy irregulares. Por otra parte, sus valvas tampoco son iguales, habiendo una de ellas muy cóncava, mientras la otra, comúnmente denominada como etapas, es prácticamente plana. La costura externa de la concha es extremadamente hojosa, mientras que el interior, de un blanco intenso, aunque con una mancha más o menos grande de color violado oscuro, es lisa y brillante y frecuentemente nacarada. El animal está contenido dentro de la valva izquierda, la cóncava y es por medio de la misma por la que se une a los soportes del fondo, ya que estos animales viven fijos al mismo, y frecuentemente tan fuertemente adheridos, que es muy difícil separarlos de él.

El músculo abductor está colocado aproximadamente en el centro de las valvas y tiene forma subtriangular de lados curvos. Es de color blanco, con ligeras iridaciones nacaradas.

La masa visceral es bastante grande y está adosada al músculo abductor por su base. Tiene contorno trapezoidal y se extiende, ligeramente inclinada hacia adelante, hasta cerca del ápice de la concha. Es de color amarillento sucio en casi toda su extensión. En algunos casos puede verse, por su tonalidad más oscura, y a través de sus paredes, el contorno del esófago, que es muy delgado y corto, el del estómago, que parece estar bilobulado y el del primer trayecto intestinal. En su región antero-superior y a cada lado de la boca, hay dos expansiones laminares, de forma subtriangular, extendidas paralelamente a las valvas, que constituyen los palpos labiales. De la región postero-inferior parte un delgado tubo, el recto, que al comienzo de su trayecto se pega íntimamente al músculo abductor, por su borde posterior y que después se separa de él, quedando libre al final, en cuyo extremo, ligeramente

ensanchado, se encuentra la abertura anal.

Las branquias, en número de dos pares, tienen forma de gajo de naranja y se insertan en parte sobre el saco o masa visceral y en parte en el músculo abductor, teniendo su borde libre dirigido hacia las regiones anterior e inferior de la concha. Son de color amarillo-verdoso oscuro.

El manto es relativamente consistente en toda su extensión, y está más reforzado en su borde libre, donde presenta un festón muy marcado. Su superficie está recorrida por una serie de pliegues que se corresponden, aproximadamente, con las ondulaciones del borde libre. Con las valvas cerradas, no se extiende hasta el borde de estas, sino que deja al descubierto parte de la zona blanca de las mismas y siempre la última zona de crecimiento en formación.

Los órganos sexuales se encuentran en la base del saco visceral, siendo difícil localizarlos en los ejemplares inmaduros. Cuando están maduros, los productos sexuales invaden el saco visceral, que adoptan un aspecto blanquecino.

La ostra común o plana es hermafrodita, si bien ambos sexos no maduran simultáneamente, haciéndolo primero el masculino. Cuando las ostras están maduras y sólo en determinadas condiciones de temperatura del agua, (unos 20 grados) se produce la emisión de los gérmenes masculinos, y éstos, en suspensión en el agua, llegan a las hembras maduras, que entonces sueitan sus huevos, probablemente debido a un proceso quimiotáctico, producido por la presencia de los gérmenes masculinos, verificándose la fecundación. Quedan los huevos fecundados en la cavidad paleal femenina, hasta el nacimiento de las larvas, caracterizándose entonces las ostras por el aspecto lechoso de su masa carnosa. Abandonan entonces las larvas la cavidad paleal, y comienzan a hacer vida pelágica, como es normal en los restantes moluscos. Al cabo de unos días, la larva pierde sus pestañas vibrátiles y cae al fondo y si tiene la suerte de hacerlo sobre un soporte adecuado, se fija a él por su valva izquierda, que ya ha comenzado a formarse. El crecimiento es muy lento, tardando cerca de un año en alcanzar cuatro centímetros de diámetro, siendo el crecimen-

to posterior, en plena naturaleza, de sólo unos dos centímetros anuales.

Las ostras son extremadamente prolíficas. Hay quien les asigna puestas anuales de hasta 10 millones de huevos. Puede estimarse en la mitad el número de ellos. Pero la extraordinaria mortalidad a que están sometidos, tanto los huevos como las larvas, hacen que sólo un número muy reducido de ejemplares lleguen a sobrevivir y a alcanzar la edad adulta, número que puede estimarse también, en estado natural, en sólo un diez por milión.

El crecimiento en talla tiene un límite, siendo corriente que alcanzado éste, las ostras engruesen solamente su concha, que se hace maciza y frecuentemente deforme.

Las ostras viven en aguas marinas de una cierta hiposalinidad, como ocurría con los mejillones, o por lo menos prosperan mejor en aguas de estas características. Precisan asimismo de aguas muy limpias, pues el fango las perjudica de manera extraordinaria.

Las partículas o masas de fango que entran en el interior de las valvas son aisladas inmediatamente por capas de conculina y carbonato cálcico, que forman unas cámaras especiales. En el interior de ellas se almacena el fango y el ácido sulfhídrico que frecuentemente se desprenden de él. Esta es la causa de la llamada enfermedad de las cámaras que suele afectar a las ostras estabuladas en recintos de malas condiciones, con fondos de fango; y también la de que las ostras que la poseen, si no son abiertas con cuidado de no romper las referidas cámaras, huelan mal y den la falsa impresión de no estar en condiciones de ser consumidas, lo que no es cierto, pues esta enfermedad afecta única y exclusivamente a la concha.

Las ostras son objeto de ataques por diversas especies de animales marinos. Son muy buscadas por doradas, pulpos y estrellas de mar, que las utilizan como alimento. Determinados gusanos son capaces de perforar sus conchas, como igualmente pueden hacerlo determinadas especies de gasterópodos.

Lo mismo que los mejillones, las ostras pueden presentar peligro para los que las comen, como portadoras de gérmenes pa-

vagosos, de los que se infectan en similares circunstacias que los citados *Mytilus*. Y en este caso el peligro es mayor, puesto que las ostras, salvo rara excepción, son consumidas en crudo. Los procedimientos de depuración son exactamente los mismos que los citados para los mejillones.

Las ostras viven formando yacimientos naturales, a veces de gran extensión, en los bancos rocosos próximos a la costa y en profundidades no muy considerables. De estos bancos se hace una explotación, a veces exhaustiva, que poco a poco ha hecho desaparecer a muchos, incluso no pocos de gran importancia, que en tiempos recientes daban expéditos redimientos.

La exhaustación de los yacimientos naturales y la gran demanda de estos moluscos en los mercados, por la gran estimación que merecen y el gran valor que tienen, fueron la causa del establecimiento de los cultivos artificiales que, en esta especie, van desde la simple estabulación de los ejemplares procedentes de bancos naturales y que se depositan en espera de ser comercializados, hasta el verdadero cultivo integral que comienza por la recolección de las larvas y termina en la expedición al mercado de ostras afinadas e incluso modificadas en su forma por un estabado artificial.

Las diferentes fases del cultivo, en líneas generales son las siguientes:

RECOLECCIÓN Y FIJACIÓN DE LAS LARVAS.

Se utilizan para ello los llamados colectores, de los que existen diversos tipos. El más sencillo consiste en tejas de barro cocido, curvas, que con varias capas de cal son sumergidas en el agua, en lugares en los que se prevé puede haber fijación de larvas. Otros tipos de colectores son de cartón impermeabilizado y recubiertos también de su correspondiente capa de cal.

Las larvas de las ostras, llegado el momento de su fijación, se depositan sobre los colectores, fijándose a ellos y comenzando su crecimiento.

FASE A LAS CAJAS OSTROFÍLAS.

Cuando el crecimiento ha llegado a un cierto límite, las tejas son retiradas del agua y las ostras separadas de ellas, lo que se consigue con facilidad ya que las

pequeñas ostras se han fijado a la cal y ésta no está firmemente adherida a las tejas o a los otros tipos de colectores. Las ostras son trasladadas entonces a las llamadas cajas ostreófilas, que no son, sino especies de bandejas, en las que las ostras son colocadas sin hacinar, con suficiente espacio para poder crecer, cuyas cajas se colocan en estanques especiales, construídos en las cercanías de tierra, en estuarios o ensenadas y que en comunicación con el mar, puedan voluntariamente quedar permanentemente con agua o seguir el proceso de las mareas. Las ostras van creciendo en las cajas ostreófilas, y de cuando en cuando seleccionadas y espaciadas a medida que van creciendo.

AFINADO.

Es frecuente que antes de ser expedidas, las ostras reciban lo que los ostricultores llaman el proceso de afinamiento, que suele consistir en su estabulación durante un cierto número de días (figs. 179, 180-181) en aguas de baja salinidad, proceso que normalmente se lleva a cabo con las ostras destinadas a la venta y que proceden de los bancos naturales. Es frecuente también, como indicábamos anteriormente, que la forma de las ostras sea modificada, redondeándolas artificialmente.

Desde hace muy pocos años, no más de cuatro o cinco, se viene intentando en nuestras costas del noroeste una modificación de este cultivo, con aparente buen éxito y consistente en la suspensión de las cajas ostreófilas en parques flotantes, en la misma forma que se hace con los mejillones.

La especie de ostra tradicionalmente cultivada y consumida ha sido la ostra plana o común (*Ostrea edulis*), pero tanto en Europa como en otros países del mundo hay más especies objeto de consumo y de industrialización.

En Europa es la ostra portuguesa (*Gryphaea angulata*), la que además de la ostra se sometida a cultivo y con tan buen éxito, que una especie normalmente deforme y de carne de menor valor, llega a dar productos cultivados de excelente calidad. También se consume en los mercados litorales el morruncho (*Ostrea cilipecta*), de menor tamaño, concha más cóncava y desgraciadamente muy esquilada en nuestro litoral.

En cuanto a los países no europeos las especies son muy diversas, si bien todas pertenecientes a los géneros *Ostrea* y *Gryphaea*.

Entre las especies de *Ostrea* están *O. stentina* y *O. cochlear*, del Mediterráneo; *O. chilensis*, del Pacífico americano; *O. commercialis* y *O. forskali*, de Australia; *O. angasi*, de Nueva Zelanda; *O. dense-lamellata*, *O. nippona*, *O. risoularis*, *O. echinata*, *O. apotis*, *O. cucullata* y *O. sinensis*, de Japón y Corea; *O. forskali*, de Filipinas; *O. forskali*, de las Indias; *O. forskali*, *O. vitrifera*, *O. imbricata* y *O. apotis*, de Madagascar; *O. concentrica*, de África del Sur; *O. gasar*, *O. denticulata*, *O. bicolor*, *O. laevis* y *O. senegalensis*, de la costa atlántica africana (Angola y Guinea); *O. gasar* y *O. raja*, de las costas de Camarones y finalmente de nuevo *O. edulis* y *O. stentina*, en Marruecos.

Las especies de *Gryphaea* existentes en las diversas partes del mundo y objeto de explotación son: *G. angulata* y *G. virginiana*, en las costas atlánticas europeas y norteamericanas; *G. osmodensis* y *G. borealis*, en las de América del Norte y Canadá atlánticas; *G. columbiana*, *G. virginiana*, *G. rhizophora*, *G. puelchana* y *G. spreta*, en la costa del Atlántico americano; *G. columbiana* y *G. equatorialis*, en las costas pacíficas americanas; *O. lapourai* y *G. gigas*, en el Japón y Corea; *G. madrasensis* y *G. gigas*, en Filipinas; y *G. madrasensis*, en Indonesia y las Indias orientales.

LA VIEIRA O CONCHA DE PEREGRINO

Dos especies son conocidas en nuestro país con ese nombre, el *Pecten marinus* y el *Pecten jacobaeus*, fáciles de distinguir entre sí, porque la primera tiene las estrías de la concha de sección rectangular, mientras que la segunda las tiene curvas.

Las valvas de la concha son desiguales. Una de ellas es cóncava, y la otra, que semeja la tapa de la concha, es plana. Como en el caso de la ostra, la concha cóncava es la izquierda, y sobre ella reposa el animal en el fondo, aunque en este caso sin adherirse a él, puesto que están dotadas de una cierta posibilidad de natación, hecho raro en un molusco.

con concha, pero que logran mediante movimientos rapidísimos de apertura y cierre de las valvas, consiguiendo de esta forma un efecto de reacción, que les permite desplazamientos de cierta consideración.

Como las ostras, son hermafroditas, observándose en estas especies perfectamente la coexistencia de los sexos, ya que las gonadas, de forma de gajo de naranja, constan de dos porciones perfectamente definidas, una de color amarillo blanquecino, o blanco completamente, que corresponde al testículo, y otra de color rojo intenso, que es el ovario. No hay maduración simultánea y por tanto tampoco hay autofecundación. La fecundación es externa. Se pasa como en los restantes lamelibranquios por una fase larvaria trocófora y otra veliger, en la que posteriormente aparecen el manto y sucesivamente la concha, fijándose entonces en el fondo.

El género *Pecten* se encuentra en todos los mares. Las vieiras habitan normalmente en fondos de cierta consideración, y sólo cuando éstos están saturados, invaden los más someros y próximos a la costa. La pesca, que se realiza con grandes dragas, tiene lugar principalmente en el invierno.

Próximos parientes de las vieiras son las zamburifas (*Chlamys varia*) y las volanderas (*Chlamys opercularis*). Se distinguen fácilmente de las vieiras, en parte, por su menor tamaño, pero sobre todo porque las orejuelas que sobresalen a los lados del ápice de la concha, que en las vieiras son de iguales dimensiones, en zamburifas y volanderas son desiguales. Y entre sí, porque en las zamburifas, la concha suele estar erizada de numerosas espinitas y crestas.

LAS ALMEJAS

Las auténticas almejas son el *Tapes decussatus*, denominada también almeja fina, y el *Tapes pullastra*, a la que también llaman almeja babosa. Pero, además, el nombre de almeja es asignado a otras especies de *Tapes*, como a *T. texturatus*, el *T. aureus*, *T. geographicus*, etc., o a especies de otros géneros, como *Macra*, *Callista*, etc.

Todas estas especies, pero sobre todo

los *Tapes*, viven enterrados en los fondos de las playas, y sobre todo en los de textura arenosa ligeramente mezclada con fango. De las dos especies principales, *T. decussatus*, de concha más gruesa y con estrías concéntricas y radiales muy acusadas, vive a niveles más someros, que frecuentemente descubren diariamente con las mareas, mientras que *T. pullastra*, de concha más delicada y con estrías concéntricas menos marcadas, sobre todo las radiales, vive a mayores profundidades, en bancos que a veces no descubren en las mareas. Por ello la pesca de las primeras se hace a pie (fig. 182), con azadones, con los que se remueve la arena para sacarlas cuando han sido previamente localizadas por los agujeros que señalan la presencia de los sifones, mientras que *T. pullastra* ha de ser capturado principalmente por medio de aparejos especiales, los anzaos almejeros (figura 183), que se manejan desde las embarcaciones (fig. 184). Ambas especies son de carne excelente y objeto de activa pesca, tanto para su consumo en fresco como para la fabricación de conservas.

Próximo pariente del género *Tapes* es el género *Venus*, y éste tiene también alguna especie de interés industrial, sobre todo la *schirras* (*Venus gallina*), más llamada salmeja en la mayoría de los mercados. Es especie eminentemente mediterránea, que vive en fondos muy someros y que en algunas localidades se pesca en cantidades enormes. También es frecuente en el Atlántico meridional español, como, por ejemplo, en la provincia de Huelva, donde bajo el nombre aún más erróneo de emejillón, es pescada en cantidades enormes (más de 1.000 toneladas anuales).

También pertenece al género *Venus* la escupitja grabada (*Venus verrucosa*), de mayores dimensiones que la *schirra*, aunque de peor calidad.

Y finalmente está el berberecho (*Cardium edule*), próximo pariente, asimismo, de las almejas, que existe, a veces en cantidades ingentes, en todas nuestras costas.

LAS JIBIAS, LOS CALAMARES, LOS VOLADORES Y LOS PULPOS

Los cefalópodos, en general, tienen una gran importancia para la industria pes-

quera, que los dedica tanto al consumo en fresco como a las conservas. Algunos de ellos son objeto de pescas especiales, como ocurre con jibias, pulpos y calamares, pero en no pocos casos, como las restantes especies, son pescadas con otras pertenecientes a otros grupos zoológicos en el curso de la pesca de arrastre.

Las especies más importantes desde el punto de vista industrial son, como expusimos al principio de este trabajo, las siguientes:

LOS CALAMARES.

La especie típica es el *Loligo vulgaris*, pero además están *Loligo media* y *Loligo marmorata*, y desde que los barcos de arrastre pescan a mayores profundidades, otra especie de gran talla, el *Loligo forbesi* (fig. 170). La carne de todos ellos es muy estimada, y los jovencillos, aún más delicados de sabor, son los conocidísimos *schipirones*.

La pesca específica se verifica con unos aparejos especiales, las poteras, y con el auxilio de luces —la pesca se hace preferentemente de noche—, que atraen a diversos pececillos, tras de los cuales acuden los calamares.

LOS VOLADORES.

Los más frecuentes en nuestro país pertenecen a otros géneros. Son principalmente el *Todarodes sagittatus* y el *Todaropsis ceramii*. Su carne es menos delicada que la de los calamares, aunque también excelente, y la tinta de su bolsa, parda en lugar de negra. Pueden alcanzar tallas

enormes y son pescados principalmente con las artes de arrastre.

LAS JIBIAS (*Sepia officinalis*).

Son de cuerpo más masudo que los calamares y voladores (fig. 169). Sus brazos son más cortos y gruesos y la concha más grande y de mayor consistencia. Poseen una aleta caudal que casi circunda al manto y son clásicas las estrias de color oscuro que recorren el dorso del mismo. Es especie más litoral que las anteriores, que suele encontrarse incluso en las aguas salobres. Es objeto de pesca especial, frecuentemente con señuelos, consistentes en una jibia hembra, previamente pescada y suficientemente asegurada a la línea, que hace de reclamo para la atracción de los machos.

LOS PULPOS.

Pertenecen al género *Octopus* o *Eledone*. El pulpo común es el *Octopus vulgaris*, pero en nuestras costas también se pescan el *O. macropus*, de patas muy largas, y el *O. de/hippi*. Viven principalmente en los lugares rocosos de la costa, alimentándose de crustáceos y moluscos con concha, de los que son impenitentes depredadores. Se les suele pescar precisamente por esta afición, por medio de líneas cebadas con cangrejos.

El género *Eledone* está representado en nuestras aguas, además de por el *E. eldredsoni*, por otra especie más abundante, el *epulpo* almizclado o *epulpo blanco* (*Eledone moschata*) (fig. 172), estimado en los mercados litorales y que se captura con los artes de arrastre.

CAPITULO XXIV

FILUM EQUINODERMOS

Los equinodermos son metazoarios marinos, de simetría radiada salvo contadas excepciones, que puede coexistir con la bilateral, aunque frecuentemente es la dominante, e incluso la única presente. Poseen un esqueleto dérmico integrado por pequeños corpúsculos de carbonato cálcico (holoturias), o por placas más o menos grandes, recubiertas de tuberosidades y granulaciones, espinas, etc., que pueden estar articuladas (estrellas de mar) o soldadas (erizos).

En el interior del cuerpo, entre la pared y el tubo digestivo, hay una gran cavidad, llamada enterocélica. Poseen un complicado sistema vascular, un tubo digestivo con boca y ano, sistema nervioso bien diferenciado y un sistema acuifero especial, constituido por diversas canales que se terminan en unas expansiones especiales, que salen al exterior del animal, por perforaciones del exoesqueleto, y que reciben el nombre de pies ambulacrales, que cumplen simultáneamente una misión respiratoria y de locomoción.

La anatomía interna, como la morfología externa, de acuerdo con la simetría radiada, responde en general al tipo pentámero, estando el animal constituido por una serie de cinco zonas semejantes, ordenadas alrededor de un eje central, que reciben el nombre de *sutneros* o *radios*. Cada dos radios están separados por un *interradio*. El eje de simetría, coincidente con el del cuerpo, tiene dos polos, uno correspondiente a la región dorsal del cuerpo, llamado *apical* o *dorsal*, y el opuesto, en el que frecuentemente está la boca, y que se denomina *oral* o *ventral*.

El filum de los equinodermos está integrado por dos sufilum, equinozoarios y pelmatozoarios.

SUBFILUM EQUINOZOARIOS

Animales libres durante toda su vida.

El ano y la boca están generalmente en los polos opuestos del eje principal del cuerpo. El sistema acuifero consta de un aparato madreporico. El celoma de estos animales constituye una amplia cavidad libre, bien delimitada por el peritoneo; y el sistema acuifero comunica con el exterior a través del citado aparato madreporico, que no es sino una de las placas dorsales del tegumento, perforada, que recibe también el nombre de *placa madreporica* o *madreporito*, y está situada en el plano de simetría bilateral, que a pesar de la radiada tienen también estos animales. A continuación de la placa madreporica y comunicando a ésta con el resto del sistema acuifero, hay un tubo, denominado *canal hidróforo* o *pétreo*.

El subfilum de los equinozoarios comprende a cuatro clases diferentes: *asteroideos*, *ofiuroides*, *equinoideos* y *holoturoideos*.

CLASE ASTEROIDEOS

Tienen el cuerpo asteriforme, formado por cinco o más brazos, fusionados en su base y constituyendo, entre todos, el cuerpo central. El esqueleto está formado por placas no contiguas. La madreporica es superficial y apical, como el ano, que es rudimentario.

La parte central del cuerpo recibe el nombre de *disco*. En la cara ventral del mismo se encuentra la boca, y de ella parten, siguiendo el centro de los brazos, por la misma superficie ventral, cinco surcos, los *surcos ambulacrales*, que presentan a cada lado de dos a cuatro filas de pies ambulacrales. Estos son extraordinariamente móviles, y por sus contracciones permiten los movimientos lentos de reptación de estos animales.

En la cara apical o dorsal y en uno de los interradios se encuentra la placa madreporica. El centro dorsal del disco suele coincidir con la abertura anal, aunque ésta pueda estar un poco desplazada hacia un interradio.

El cuerpo es relativamente flexible, permitiendo el encorvamiento dorso-ventral de los brazos, que como el resto del cuerpo, en sus superficies dorsal y laterales, están erizados de espinitas y tubérculos.

Entre las espinas y tubérculos se observa una serie de orificios que comunican con unas cavidades especiales, las branquias dérmicas. Y además existen unos órganos especiales de gran movilidad y terminados en pinzas de dos o tres ramas. Son los pedicelos encargados, en su función prensil, de limpiar la superficie del cuerpo de objetos extraños.

Las placas que recubren al cuerpo de las estrellas de mar forman series de anillos, que al no ser completos permiten la movilidad de los brazos. El número de placas que forma cada anillo es el siguiente: dos placas ambulacrales en el fondo del surco correspondiente; otras dos adosadas a ellas y denominadas adambulacrales; varios pares contiguos a ellas, y que forman los costados de los brazos. Llamadas marginales, y las placas dorsales, discontinuas.

La boca está rodeada de una serie de placas firmemente soldadas entre sí, a las que se unen las primeras ambulacrales y adambulacrales de cada radio.

Rodando a la boca existe una serie de pedicelos. De ella parte un corto esófago que conduce a un gran estómago, del que nacen los ciegos pilóricos, extendidos a lo largo de los brazos en dos ramas cada uno.

Del estómago parte un intestino muy corto que se abre en la abertura anal, después de haber dado lugar a dos ciegos intestinales.

Los órganos genitales están situados en el celoma, comprendido entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo. También ocupan el celoma los vasos sanguíneos. Todo el espacio celomático está ocupado de un líquido acuoso, con leucocitos. El epitelio que recubre internamente al celoma es vibrátil, sirviendo para mover al líquido celomático, que está en relación con el medio ambiente, a través de las branquias dérmicas.

De la placa madreporica parte el canal pétreo, contenido también en el celoma. Se abre en el llamado anillo ambulacral que rodea al esófago, y de él

parten cinco troncos radiales, que se alojan en el fondo de los surcos ambulacrales, comunicando con los correspondientes pies.

Son animales unisexuales, sin dimorfismo sexual. Hay un par de gonadas por cada interrudio que desembocan por los poros genitales en la cara dorsal del surco. La fecundación es externa, en el seno del agua. De la segmentación del huevo nace una larva ciliada, la bipinnaria, que tras determinadas metamorfosis da lugar a la estrella adulta.

La clase de los asteroídeos comprende dos órdenes: fanerózonios y criptózonios.

1.º ORDEN FANERÓZONIOS.

Placas marginales grandes. Branquias dérmicas presentes exclusivamente en la cara dorsal. Las placas ambulacrales son anchas y no están sólidamente unidas. Los pedicelos son sentados o no existen. Entre las especies pueden citarse *Astropecten aurantiacus* (fig. 186), *Luidia serici*, *Asterina gibbosa* (fig. 187), etc.

2.º ORDEN CRIPTÓZONIOS.

Las placas marginales son poco visibles y más o menos rudimentarias. Branquias dérmicas en todo el cuerpo. Las placas ambulacrales son estrechas y están sólidamente unidas. Los pedicelos son pediculados o sentados. Entre las especies están: *Asterias rubens* (fig. 185), *Echinaster sepositus*, *Zoroaster*, etc.

CLASE OPTUROÍDEOS

El cuerpo está formado por un disco circular, del que parten cinco brazos largos, delgados y perfectamente distintos del cuerpo central. El esqueleto es discontinuo sobre el cuerpo, pero continuo en los brazos, que por esta circunstancia tienen movimientos limitados y solamente laterales. La placa madreporica es ventral y con un solo orificio. Carecen de abertura anal.

Los brazos pueden estar ramificados (fig. 188) y tienen sus ejes ocupados por una serie de vértebras articuladas, formadas por la soldadura de dos placas ambulacrales. El cuerpo está recubierto de placas calcáreas. Cada anillo está formado por las placas ventrales, las laterales —que son espinosas— y las dorsales. En el disco, en su cara dorsal, hay a cada lado de los brazos una placa grande, la

radial, es decir, diez en total, y cinco placas interradiales. La boca está rodeada de las placas bucales.

Carecen de las ampolillas internas de los pies ambulacrales. El digestivo no difiere esencialmente del de los asteroideos. Las gonadas tienen diferente color en machos y hembras, blancas en los primeros y rojas o anaranjadas en las segundas.

La fecundación es también externa y en el proceso larvario existe una forma especial, el ophiopluteus.

Entre las principales especies de esta clase pueden citarse: *Ophiothrix fragilis*, *Ophioderma laetosa*, *Ophiocantha setosa*, etc., todas ellas con los brazos sencillos. Entre las que tienen los brazos ramificados está el maravilloso *Asphyron arborescens* (fig. 188), propio del mar Mediterráneo.

CLASE EQUINOIDEOS

Equinoideos con el cuerpo globuloso, sin brazos y recubierto por un esqueleto resistente, constituido por placas salidas y recubiertas de agujones o púas. La placa madreporica es superficial y apical. El ano está bien desarrollado, pudiendo estar algo desplazado hacia la cara ventral. A veces, con simetría bilateral solamente.

El cuerpo es globoso y frecuentemente hemisférico, reposando en el fondo sobre la cara plana. El caparazón, como decimos, está formado por placas yuxtapuestas recubiertas de largas púas móviles, entre las que se encuentran diseminados los pedicelos.

La boca está situada en el centro de la cara ventral y en ella existen cinco porciones dentarias fuertes y agudas, que rodean a un espacio membranoso denominado peristoma. En el polo apical está situado el aparato ambulacral o cáliz. Desde la boca al cáliz se delimitan cinco zonas ambulacrales o radios y cinco interambulacrales o interrados. El ano está rodeado de una zona membranosa, el periprocto, que tiene una serie de incrustaciones calizas en forma de plaquitas. Rodeando al periprocto hay cinco placas grandes, en cada una de las cuales se abre un orificio genital. Una de ellas, mayor que las otras cuatro, es cribosa y corresponde a la placa madreporica. Rodeando a estas cinco placas hay otra se-

rie más externa, también con perforaciones que en este caso dan paso a nervios; por lo que reciben el nombre de placas neurales. Las púas son rígidas, pero están articuladas en su punto de unión con la concha merced a un ligamento articular. Además de las púas y de los pedicelos, existen también otros apéndices, los esferídios, que son unos tubérculos diminutos que se articulan sobre mamelones del caparazón y que se encuentran en la cara oral, rodeando al peristoma. Son órganos sensoriales, y parecen estar destinados a la dirección en la locomoción.

En cuanto a la organización interna de los equinoideos es digna de mención la gran longitud del digestivo, mayor que la comprendida entre los poros oral y aboral. Los dientes que rodean la boca están movidos por un aparato masticador especial denominado *Linterna de Aristóteles*, que tiene la forma de un tronco de pirámide pentagonal, integrada por cinco piezas dobles tetraédricas, las mandíbulas o pirámides, cada una de ellas terminada en un diente recubierto de esmalte.

El aparato acuífero está muy desarrollado, desempeñando el doble papel de locomotor y respiratorio. En relación con este aparato hay otro, el órgano dorsal o *plastidógeno*, de estructura linfóide y situado entre la linterna de Aristóteles y la placa madreporica, que fué interpretado como corazón, pero que parece ser una especie de órgano excretor.

Hay un aparato vascular o lacunoso, en relación con el digestivo, encargado de transportar a las diversas partes del cuerpo las sustancias absorbidas.

Los sexos están separados. Las glándulas masculinas y femeninas son tan semejantes, que es difícilísimo distinguir las unas de otras a simple vista por su forma, aunque sí pueden diferenciarse por la coloración, rosada en los machos y amarillo limón o anaranjada en las hembras. En el desarrollo larvario se pasa, como en los ofiúridos, por una fase de pluteus, el equinopluteus.

La clase de los equinoideos comprende a dos órdenes, regulares e irregulares.

1.º ORDEN REGULARES.

Forma esferoidal, con simetría radial y la boca en el centro de la cara oral.

Provista de aparato masticador. Abertura anal en el polo apical. Entre las especies están *Echinus scutellatus* (fig. 191), *Paracentrotus lividus* (fig. 189), *Sphaerechinus granularis*, *Dorcidaris papillata*, *Arbacia lixulosa*, *Heterocentrotus mamillatus* (fig. 193).

2° ORDEN IRREGULARES.

Con simetría bilateral (fig. 192) y forma no esferoidal. Boca centrada o excéntrica y ano situado en el interradio posterior. El caparazón es más o menos abombado, a veces casi laminar (*Scutellus*) (fig. 194), con las zonas ambulacrales formando como cinco pétalos rodeando al polo apical. Entre las especies están: *Spatangus purpureus*, *Scutellus*, sp. (fig. 194), *Echinocardium cordatum*, *Brissonia unicolor* (fig. 192).

CLASE HOLOTUROIDEOS

Equinozorios con el cuerpo subcilíndrico, vermiforme y alargado según el eje principal. El esqueleto está formado por placas diseminadas sobre una piel de textura más o menos coriácea. La placa madreporica es interna. La boca está situada en el extremo oral, que es el anterior, y rodeada de tentáculos. La abertura anal es apical.

La simetría es bilateral. El cuerpo está recorrido longitudinalmente por cinco líneas de relieves correspondientes a los radios, que dan la falsa apariencia de existencia de simetría radiada. La simetría bilateral se manifiesta, por ejemplo, por la existencia de una única abertura genital, situada en el interradio dorsal. La simetría interna también es bilateral. El celoma está dividido en tres cavidades por medio de mesenterios correspondientes a tres interradios. Tubo digestivo mucho más largo que el cuerpo, describiendo numerosas circunvoluciones que recorren por tres veces la longitud del cuerpo y que se termina en una cloaca en la que desembocan los pulmones acuíferos u órganos de Cuvier, de función respiratoria.

Sistema acuífero similar al de los erizos. Es frecuente que no existan otros apéndice ambulacrales que los tentáculos bucales, pero además de éstos puede haber también pies ambulacrales y papilas en número y posición muy variados.

Los órganos genitales están constituidos por un paquete de tubos genitales simples o ramificados y situados en el interradio dorsal. Están dotados de un canal excretor que se dirige a la parte anterior del cuerpo, abriéndose en la línea media dorsal, en un solo orificio. Suelen ser unisexuales, aunque los paractinópodos son hermafroditas, madurando primero los ovarios y posteriormente los testículos.

En el desarrollo larvario se pasa por una forma especial, la auricularia, ya citada en el capítulo referente a la reproducción.

1° ORDEN ACTINÓPODOS.

Con tentáculos bucales y casi siempre con pies ambulacrales y papilas originados en los troncos radiales del sistema acuífero. Sexos separados. Entre las especies están *Cucumaria planci*, *Cucumaria cucurbitis*, ambas con diez tentáculos bucales, y *Holothuria forskali* (fig. 195).

2° ORDEN PARACTINÓPODOS.

Con tentáculos, pero sin pies ambulacrales ni papilas. Hermafroditas. Entre las especies están *Synapta digitata* y *Synapta inhaerens*.

SUBFILUM PELMATOZOARIOS

Equinodermos que viven fijos al fondo por medio de un pedúnculo, frecuentemente durante toda la vida, pero por lo menos en el período larvario. Ano situado en la cara ventral, junto a la boca, que está situada en el centro de un círculo de brazos. Sistema acuífero modificado, sin aparato madreporico. Muy pocas formas vivientes.

El subfilum comprende a tres clases: Crinoideos, Blastóideos y Cistoideos, de los que sólo nos interesan los primeros, que son los únicos vivientes.

CLASE CRINOIDEOS

El cuerpo consta de un disco central, en forma de cáliz, del que parten los brazos, divergentes, articulados y provistos de numerosas ramas laterales denominadas pinnulas. Cada una de ellas tiene la misma constitución que los brazos.

En la cara convexa del cáliz están los aparatos locomotores o cirros.

De la boca, situada en la cara interna o superior del cáliz, parten cinco surcos ambulacrales que al llegar al borde del disco se bifurcan, en *Asterodon* (figs. 196 y 197), por ejemplo, para pasar a los diez brazos de esta especie.

En la cara apical y en su centro hay una gran placa, la centro-dorsal, en la que están los cirros y en la que se insertan las que forman el esqueleto de los brazos. Éste está constituido por un sistema apical, integrado por cinco placas basales y cinco radiales.

En las especies que viven permanentemente fijas o en las que sólo lo son en su fase larvaria, existe un pedúnculo formado por artejos superpuestos, de los que el primero está soldado a la placa centro-dorsal, sirviendo de soporte al cáliz. El pedúnculo es hueco, constituyendo una prolongación del celoma.

El tubo digestivo describe una curvatura en espiral antes de desembocar en la abertura anal. En el centro del cáliz y rodeado de una masa de conjuntivo está el seno axial. El aparato acuífero ha perdido su papel locomotor.

Ovarios y testículos están situados en las pinnulas, acompañados de una serie de cordones genitales estériles. Los huevos maduros salen al exterior rompiendo las paredes de las pinnulas. El desarrollo larvario se describió al tratar de la reproducción de los animales marinos.

Las especies más importantes son las comatulas (*Asterodon rosaceus*) (figs. 196 y 197), *Pentacrinus asteris*, *Metacrinus rotundatus* (fig. 198), etc.

LOS EQUINODERMOS ÚTILES AL HOMBRE

Pese a ser bastantes las especies existentes de equinodermos, las útiles al hombre se reducen prácticamente a los erizos de mar y a las holoturias, siendo, por otra parte, muy restringido su consumo, ya que sólo tienen carácter local, en determinados países del mundo.

LOS ERIZOS DE MAR

El erizo de mar (*Paracentrotus lividus*, fig. 189) es especie muy frecuente en las zonas rocosas próximas a la costa, a las que frecuentemente recubre, for-

mando verdaderos tapices, colocándose en el interior de pequeñas excavaciones hemisféricas que lentamente ahondan por medio del movimiento ininterrumpido de sus pías. Suelen encontrarse a niveles que descubren rara vez en las bajas mareas. En Francia son muy estimadas las huevas de estos animales y ésta es la causa de que sean pescados con intensidad, llegando a adquirir precios elevados en los mercados. Son pescados por medio de lampazos (tramos viejos de redes), que son arrastrados lentamente con embarcaciones sobre los fondos habitados por estos animales, subiéndolos a la superficie enredados en ellos, o simplemente a mano.

Además de esa especie, también son pescados para la misma finalidad, otras más, como *Sphaerechinus granularis*.

LAS HOLOTURIAS.

En determinados países orientales, y principalmente en China, son muy estimadas las holoturias secas, que se conocen con el nombre general de «Trepang», cuyas diferentes y numerosas calidades dependen de las especies de que se trate y de los procedimientos y modalidades de su conservación. Las especies pescadas para preparar el trepang son alrededor de una quinena, pertenecientes principalmente a los géneros *Holothuria* (fig. 195) y *Stichopus*. Entre ellas están: *H. vagabunda*, *H. impatiens*, *H. scabra*, *H. atra*, *H. marmorata* y *S. variegatus*.

Estas especies son las que menor número de concreciones calizas presentan en la piel, ya que las mismas son un inconveniente para la utilización de estos animales como alimento.

La pesca se verifica frecuentemente a pie, con base en verdaderas flotillas de barcos que, por ejemplo, en China, se dedican no solamente a esta pesca, sino que la simultanean con la captura de nidos de salangana (mal llamados de agolondrinas), la pesca del Carey y la del nácar. A veces se emplean arpones ligeros o pequeñas dragas. En otras ocasiones la pesca se realiza también buceando.

Las holoturias, una vez pescadas, son cocidas en agua de mar, abriéndolas para eviscerarlas antes o después de la cocción. Una vez cocidas y abiertas, se ponen a secar al sol, para lo que las grandes necesitan ser extendidas por medio de pa-

litos o cañas, que se clavan en los bordes de la incisión realizada para la evisceración.

En otras ocasiones se procede a su ahumado, que siempre se verifica después de la cocción, pero que a veces no va precedido del secado o por lo menos de un secado completo.

El valor alimenticio del trepang es muy elevado, pudiendo ser estimado como casi tres veces superior al del eglefino (*Gadus aeglefinus*).

FILUM HEMICORDADOS

Los hemicordados han sido incluidos durante mucho tiempo entre los auténticos cordados, debido a las analogías existentes entre su divertículo esofágico y el auténtico notocordio de los cordados. En la actualidad se han separado de ellos y se estudian como grupo aparte, al que quizá corresponde la categoría de un auténtico Filum.

Son animales marinos, de cuerpo vermiforme y dividido en tres regiones. *Balanoglossus* (fig. 199), por ejemplo, tiene una región anterior, la trompa o proboscidea, seguida de otra, el collar, y de una tercera, el tronco. La trompa es cónica y retráctil, y en su base se abre un poro que comunica el exterior con el celoma. El collar tiene forma discoidal y está separado del tronco por un surco. El tronco es largo y está recorrido por un surco, y a todo su largo se distinguen una región branquial (br), otra genital (gn), otra hepática (hep) y una final caudal. A lo largo del surco longitudinal están los poros expiradores y los genitales.

Hay una cavidad general, que rodea al digestivo, dividida por un doble mesenterio. En la región genital del tronco esta cavidad está ocupada por las glándulas sexuales. Las paredes del cuerpo son gruesas y musculosas, por lo que la cavidad celomática es estrecha. Los celomas de cuello y tronco no se comunican entre sí. En el celoma anterior existe un órgano especial, el órgano central de la trompa, que contiene al famoso divertículo esofágico que se interpretó como manifestación de notocordio, el esqueleto de la trompa y la vesícula cardíaca.

El tubo digestivo es cilíndrico, extendiéndose a lo largo del cuerpo, en una boca, seguida de una faringe, un esófago con

región branquial, formada por una serie de poros que comunican con los sacos branquiales, que están separados unos de otros por septos. El agua penetra por la boca, pasa de la faringe al esófago, de éste a los sacos branquiales y de ellos al exterior por los poros dorsales.

Viene a continuación la región estomacal o hepática, y finalmente, la intestinal. El ano está en el extremo posterior del cuerpo.

El sistema circulatorio consiste en dos vasos, uno dorsal y otro ventral. Los vasos branquiales dependen de una serie de lagunas linfáticas, que recorren las paredes del cuerpo.

Los sexos están separados. Las gonadas, colocadas en la región genital, se abren al exterior a través de la pared del cuerpo cuando están maduras. La fecundación es externa. Se produce una blástula originariamente esférica y después aplanada, que da lugar posteriormente a una gástrula cilíndrica. Muy pronto, por la aparición de dos estrangulaciones circulares, se delimitan las futuras regiones del cuerpo.

En la mayoría de los hemicordados se pasa por una fase de larva etonarias, muy semejante a la trocófera, y más a las de los equinodermos, con sus bandas cilíndricas circumbocales.

El filum comprende a dos clases u órdenes: enteropneustos y pterobranquios.

CLASE ENTEROPNEUSTOS

Hemicordados vermiformes, con numerosas aberturas branquiales. Tubo digestivo con ano terminal. La trompa está separada del collar por un pedículo estrecho. El tronco es largo.

Los géneros pertenecientes a esta clase son *Balanoglossus* (fig. 199), *Ptychodera*, *Glandiceps*, *Dolichoglossus*, etc.

CLASE PTEREBRANQUIOS

Hemicordados tubícolas, con solo un par de aberturas branquiales o sin ellas. Tubo digestivo encorvado en «U» y con el ano dorsal cercano a la boca. La trompa está aplanada en su cara ventral y recubierta por su base, en el dorso, por el collar. De éste nacen varios brazos tentaculiformes. Tronco corto. Forman colonias, que crecen por gemación. Entre

los géneros están *Cephalodiscus* y *Rhabdopleura*.

FILUM CORDADOS

Metazoarios caracterizados por la presencia de un esqueleto interno, transitorio o permanente, de carácter conjuntivo, denominado *cuerda dorsal* o *notocordio*, que tiene origen endodérmico y se extiende por la línea media del cuerpo, en su región dorsal, por encima del tubo digestivo y por debajo del sistema nervioso central.

En todos los cordados, la porción anterior del tubo digestivo está al servicio de la función respiratoria, teniendo la faringe perforada los de vida acuática y respiración branquial.

El filum de los cordados comprende a tres subfilum: urocordados, cefalocordados y vertebrados.

SUBFILUM UROCORDADOS

Animales marinos libres o sedentarios, con notables metamorfosis en su desarrollo, en muchos de los casos, dándose la circunstancia curiosa de que sus caracteres de cordados se ponen de manifiesto solamente durante la fase larvaria, puesto que las metamorfosis que conduce a la adulta son regresivas. Sistema nervioso dorsal, notocordio en la región caudal y aberturas branquiales en la región faríngea.

Puede servir como tipo del subfilum la ascidia (fig. 78). En el animal adulto, que es fijo, el cuerpo está recubierto por una cubierta especial que constituye la túnica, la que a su vez se adosa a otra cubierta más interna, el manto. El animal comunica con el exterior por dos aberturas o sifones, una superior, rodeada de tentáculos, el sifón bucal, y otra lateral o sifón cloacal.

A continuación del sifón bucal hay una amplia faringe, cuyas paredes están profusamente cubiertas de perforaciones branquiales o estigmas. En lo que podríamos llamar superficie dorsal de la faringe, hay un órgano especial, el endostilo, recubierto de un epitelio ciliado vibrátil, encargado de recoger las partículas alimenticias que quedan retenidas en el cestillo branquial y de llevarlas hasta la

boca. En la cara opuesta al endostilo hay un reforzamiento de la pared del cestillo branquial que forma el llamado *rafe*.

El cestillo branquial está adosado al manto en su cara dorsal y queda libre en la opuesta, comunicándose con una amplia cavidad, la cavidad atrial o peribranquial, que lo hace a su vez con el exterior por el sifón cloacal.

En el fondo del cestillo branquial se abre la boca, que conduce por un esófago grueso, al estómago, bastante dilatado. El intestino es corto y grueso y desemboca en la cavidad atrial por la abertura anal, situada cerca del sifón cloacal. Entre las asas intestinales está situado el aparato genital. En la base de la masa visceral está el corazón.

Las ascidias son hermafroditas. Se pasa por un estado larvario en el que el notocordio está perfectamente desarrollado, teniendo estas larvas el aspecto de renacuajos de anfibios. La región cefálica es muy voluminosa (fig. 101) y en ella están la faringe respiratoria y los correspondientes sifones. Pasado un cierto tiempo, la larva se adhiere a un soporte por su región cefálica, desaparece la región caudal, la anatomía se modifica profundamente y se origina la ascidia sésil.

El filum comprende a tres clases: larváceos, taliáceos y ascidiáceos.

CLASE LARVACEOS

Urocordios inferiores, libres y pelágicos, en los que los caracteres de cordados perduran a lo largo de toda la vida. No tienen cavidad peribranquial ni cloaca, comunicando la branquia directamente con el exterior, a través de dos tubos espiradores. Ano en posición ventral. Cola provista de notocordio y dirigida hacia adelante, formando ángulo con el cuerpo del animal. Viven en el interior de una cápsula o concha, que suelen abandonar y que se regenera rápidamente a base de la túnica epidérmica. Entre las especies están: *Oikopleura* (figs. 66 y 67), *Apendicularia*, etc., etc.

CLASE TALIACEOS

Urocordados también libres, como los larváceos, que viven aislados o en colonias. Nadan por las contracciones de unas bandas musculares especiales que rodean su cuerpo. Las aberturas del sifón clo-

cal y bucal están en los extremos opuestos del animal. Carecen de cavidad peribranquial. Están dotados de generación alternante asexual por gemmación y sexual, habiendo dimorfismo entre ambas formas. Entre las especies están: *Stipa* (fig. 65), *Pepes*, *Doliolum*, etc.

CLASE ASCIDIACEOS

Urocordados fijos, aislados o coloniales, sin cola en su fase adulta y carentes de bandas musculares transversales. Cestillo branquial en forma de saco y rodeado de una cavidad peribranquial. Puede haber alternancia de generaciones. Entre las especies están: *Pyrosoma* (fig. 102), *Botryllus* (fig. 201), *Ascidia*, *Phallusia* (fig. 78), etcétera, etc.

SUBFILUM CEFALOCORDADOS

Procordados pisciformes, de cuerpo no segmentado pero sí metamerizado en casi todos sus órganos. Notocordio persistente y extendido a todo lo largo del cuerpo.

Los cefalocordados están representados por el famoso *Amphioxus lanceolatus* y por otro género próximo, *Asimmetron*, que suelen vivir enterrados entre la arena de las playas de ciertas localidades.

El aspecto es el de un pez, y tienen el cuerpo formado por una serie de seg-

mentos musculares, como enchufados los unos en los otros, que constituyen los miómeros, separados por mioseptos. La región caudal está dotada de una aleta, que se extiende por parte de los perfiles dorsal y ventral (fig. 202).

Tienen faringe branquial, rodeada de una cámara atrial, que comunica con el exterior por un poro, el poro atrial, colocado por delante de la abertura anal. El agua penetra por la abertura bucal, que está rodeada de tentáculos. El alimento es recogido por un endostilo, como en las ascidias.

Las glándulas sexuales se encuentran a los lados de la cavidad faríngea. Los sexos están separados. El desarrollo, muy complicado, es muy similar al de los vertebrados, pasando por una fase larvaria, que presenta la anomalía de ser asimétrica, por desviarse la abertura anal y el neuroporo, como consecuencia de la formación de las aletas dorsal y ventral. La larva, por otra parte, tiene la abertura bucal en el lado izquierdo y el endostilo en el derecho, careciendo de aberturas branquiales.

Como decimos, sólo hay dos géneros: *Amphioxus* o *Branquiosstoma* y *Asimmetron*.

Ninguno de los hemicordados, urocordados o cefalocordados tiene valor alguno desde el punto de vista pesquero.

CAPITULO XXV

SUBPILUM VERTEBRADOS

Son cordados de gran complicación, cuyas características estructurales no se encuentran en grupo alguno de los invertebrados estudiados. Poseen, como los cordados en general, las tres características propias de éstos, es decir, la existencia temporal o permanente de notocordio, la existencia de una región faríngea respiratoria y un sistema nervioso tubular y dorsal.

Junto a esas tres características fundamentales, pueden añadirse las siguientes:

Tienen simetría bilateral fundamentalmente, aunque en algunos casos esté modificada. Así, por ejemplo, es frecuente que los órganos pares como pulmones, riñones y órganos genitales no sean exactamente iguales, ni ocupen posiciones perfectamente simétricas, aunque originariamente así ocurriese. La morfología puede ser también alterada, existiendo algunos grupos de vertebrados, como los pleuronectiformes entre los peces, en los que, en los estados adultos, se pierde completamente la simetría bilateral.

Los vertebrados son animales metaméricos. Este carácter, como el de la simetría bilateral, no es exclusivo de los vertebrados. Los vertebrados inferiores son además segmentarios, tanto interna como externamente; pero en los superiores la segmentación externa desaparece, si bien su metamerismo interno se conserva en muy diversas manifestaciones anatómicas concernientes al esqueleto, sistema vascular, nervioso, excretor, etc.

Existe una gran tendencia a que el cuerpo se escinda en regiones, cefálica, tronco y región caudal, fenómeno que depende en gran parte del tipo de vida que sea característico para cada grupo de estos animales. La región cefálica, la anterior, está caracterizada por la presencia de la boca y sus estructuras asociadas, como los órganos de los sentidos, las mandíbulas y las glándulas salivares. Hasta en

los vertebrados más inferiores hay alguna manifestación de esqueleto cefálico, relacionado con el desarrollo progresivamente creciente del encéfalo y de los órganos de los sentidos.

En la región del tronco están los restantes órganos, ocupando la cavidad general del mismo. El esqueleto del tronco experimenta las más diversas modificaciones y adaptaciones para dar soporte a dichos órganos y a los dos pares de extremidades características de estos animales. En los vertebrados terrestres existe una tendencia a la separación del tronco en subregiones, como la dorsal, la lumbar y la sacra. La región caudal es siempre postanal, ya que el tubo digestivo no es terminal. La región caudal, en los vertebrados inferiores, tiene una primordial función locomotora.

El cuerpo de los vertebrados está recubierto de determinadas formaciones tegumentarias. La epidermis está constituida por diversas capas celulares, dando lugar a diferentes clases de formaciones, como escamas, plumas, pelos, cuernos, etcétera, etc., y glándulas. La dermis, subyacente a la anterior, y que tiene origen endodérmico, da lugar también a determinadas formaciones de tipo esquelético, como son los dientes, las escamas óseas, las costillas abdominales y los llamados huesos dérmicos o de membrana. La estructura de la dermis es mucho más complicada que la de la epidermis.

Cada grupo de vertebrados suele estar caracterizado por la presencia de determinada clase de formaciones tegumentarias. Así, las escamas caracterizan a los peces; los anfibios actuales tienen la piel desnuda, aunque sus antecesores tuviesen huesos dérmicos; los reptiles se caracterizan por la presencia de esqueletos externos óseos, recubiertos de placas y escamas córneas. Las aves poseen plumas y los mamíferos pelos. Aparte de que determinadas formaciones tegumentarias sean comunes a diversos grupos, como

ocurre con las escamas córneas que se encuentran tanto en reptiles como en aves; los cuernos, que tiene principalmente los mamíferos, pero que también se hayan presentes en determinadas aves, reptiles e incluso anfibios, etc., etc.

La principal característica de los vertebrados es indudablemente la presencia de un endoesqueleto típico. Originariamente está constituido por el notocordio. Este, que puede perdurar toda la vida de los vertebrados, como ocurre, por ejemplo, en los ciclóstomos, es sustituido por neoformaciones esqueléticas, como la columna vertebral, que se origina rodeando al primitivo notocordio.

En la región anterior del cuerpo de los vertebrados, y sirviendo de protección al encefalo, se encuentra el cráneo, especie de caja, en cuyo interior se aloja la parte anterior del sistema nervioso central y que frecuentemente está íntimamente ligada a otro esqueleto importante, el esqueleto visceral, integrado por una serie de arcos, los mandibulares, maxilares, hioideos y branquiales, puestos al servicio de la porción anterior del tubo digestivo y del aparato respiratorio.

El esqueleto cefálico, como el resto del esqueleto de los vertebrados, es originariamente cartilaginoso, y en ese estado permanece durante toda la vida en determinados grupos, como ocurre, por ejemplo, con los peces elasmobrancos. Posteriormente, a medida que se asciende en la escala de complicación estructural, el cartilago va siendo sustituido por el tejido óseo, hasta llegar a aquellos grupos en los que es eminente y exclusivamente óseo, si bien en éstos no deja de persistir como forma transitoria juvenil la fase cartilaginosa.

La columna vertebral forma el llamado esqueleto axial, que se extiende desde la región posterior del cráneo hasta el extremo caudal. Es de carácter segmentario, estando formada por una serie de anillos cartilaginosos u óseos, las vértebras, que se forman rodeando al notocordio, que puede persistir en su interior o desaparecer por completo. La diferenciación del tronco de los vertebrados en diversas regiones alcanza también a la columna vertebral, siendo normal que las de cada región posean características especiales.

Como formaciones esqueléticas dependientes de la columna vertebral están las costillas, que delimitan por lo menos a la región torácica y que se reúnen en la región ventral del cuerpo por medio de otra formación esquelética, el esternón, que en realidad es la reunión de diversos huesos.

Es típica de los vertebrados la presencia de dos partes de extremidades, que se presentan en todos ellos, salvo rara excepción, debida a formas de adaptación a tipos de vida especial.

Las extremidades están constituidas por un esqueleto basal, denominado cinturas, en el que se inserta la extremidad propiamente dicha.

En los peces, en los que las cinturas están muy desarrolladas, el esqueleto propiamente apendicular suele ser reducido. En cambio, en los vertebrados terrestres, el esqueleto de la extremidad se desarrolla mucho, tanto en los diversos segmentos que lo constituyen como en su extremidad, en la que se desarrollan los dedos, frecuentemente en número de cinco por extremidad. Los dos tipos de extremidad, que responden a los nombres de terigio (peces) y de quiridio (todos los restantes vertebrados), son característicos de cada una de las dos superclases en que se dividen los vertebrados.

El sistema nervioso se caracteriza por su centralización. Consta del llamado sistema nervioso central integrado por el encefalo y la medula espinal, con sus correspondientes nervios, y de otro sistema nervioso, de carácter ganglionar, el denominado simpático o autónomo, que no se encuentra en los demás cordados.

Los órganos de los sentidos están íntimamente ligados al sistema nervioso central en su región encefálica. El del olfato suele ocupar la región anterior de la cabeza, independiente unas veces de las porciones anteriores del sistema respiratorio, pero frecuentemente vinculado a la parte anterior de las vías nasales. Los ojos ocupan también una posición preminente en la región cefálica. El sentido del oído, estrechamente vinculado al del equilibrio y la dirección, está igualmente localizado en la región cefálica, frecuentemente en sus porciones postero-laterales. El sistema del gusto está localizado en las mucosas de la región anterior del tu-

bo digestivo. Solamente el sistema del tacto no es exclusivo de la región cefálica, extendiéndose los órganos táctiles por toda la piel de estos animales.

El aparato digestivo está formado por un tubo, de longitud frecuentemente muy superior a la comprendida entre la boca y el ano, estando integrado por la boca y sus formaciones anejas, el esófago, el estómago, el intestino y las glándulas anejas, como las salivares, el hígado, pancreas, glándulas estomacales e intestinales, etc., etc.

La cavidad celomática suele estar dividida en los vertebrados en dos o tres compartimientos, uno el seno pericárdico, originado por la aparición del septo transversal, y otras dos, la torácica y la abdominal, separadas por un músculo especial, el diafragma.

La respiración puede ser en los vertebrados de dos tipos principales: branquial, correspondiente a los peces y anfibios (temporal o permanente) y pulmonar, correspondiente a los anfibios que abandonan la branquial de su fase larvaria, a los reptiles, aves y mamíferos.

Tanto las branquias como los pulmones son formaciones derivadas o dependientes de la región anterior del tubo digestivo.

Coexistiendo con ambos tipos de respiración puede existir una tercera, común a otros grupos animales, que es la cutánea y que en algunos vertebrados, como determinados anfibios, adquiere una importancia extraordinaria.

El sistema circulatorio es vascular y cerrado. Está formado por un órgano impulsor de la sangre, el corazón, de organización interna diferente en los distintos grupos de vertebrados y del sistema vascular, integrado por venas y arterias, de sección progresivamente menor cuanto más se alejan del corazón y que se terminan en vasos diminutos, los capilares, que son los que se ponen en contacto con las células, permitiendo a su través el intercambio gaseoso necesario para la respiración y el paso de las sustancias alimenticias que la sangre lleva a las células y la recepción desde las mismas de los productos de excreción o secreción. En conexión con el sistema circulatorio sanguíneo hay otro, el linfático, que hace retornar al anterior los fluidos extravasados de él.

El aparato excretor está formado por los riñones, cuya significación, desde el punto de vista de su origen, puede ser diferente, y que es característico, en cada una de sus tres formas posibles, pronefros, mesonefros y metanefros, de los distintos grupos de vertebrados.

Los sexos en los vertebrados están separados normalmente. Las formas de reproducción son muy diversas. La fecundación puede ser interna o externa. Los hay ovíparos y vivíparos. Algunos nacen ya con su forma definitiva, otros pasan por fases larvarias y, finalmente, no están excluidas las más complicadas formas de las metamorfosis.

El subfilum de los vertebrados se divide en dos grandes superclases: peces y tetrápodos.

SUPERCLASES PECES

Vertebrados de respiración branquial, con las extremidades de tipo terigial, es decir, formadas por una cintura basal—escapular o pelviana—, y de un esqueleto de la extremidad propiamente dicha muy reducido, adoptando en conjunto la forma de expansiones laminares, las aletas pares, cuya porción exterior puede estar constituida exclusivamente por radios y membranas dérmicas (lepidotriquia), o por parte esquelética rodeada de músculos y un delgado reborde dérmico (ceratotriquia), correspondientes la primera a los teleosteos en general y la segunda a los elasmobrancos.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ANATÓMICAS PRINCIPALES DE LOS PECES.

La forma del cuerpo es normalmente la de un huso más o menos perfecto, ya que ha de ser hidrodinámica, por tener que moverse en un medio de gran densidad. Esta forma puede sin embargo modificarse. No hay separación entre las tres regiones, cefálica, del tronco y caudal, que se siguen unas a otras sin solución de continuidad (fig. 203). La región cefálica se extiende desde el extremo anterior del cuerpo, el rostro, hasta aproximadamente al borde posterior del opérculo, en los teleosteos, y hasta la última abertura branquial en los elasmobrancos. El tronco comprende desde ese punto hasta la vertical que pasa por la abertura anal, y desde esa vertical, hasta el extremo posterior del cuerpo, está la región caudal.

La forma fusiforme típica puede experimentar modificaciones, a veces muy considerables. Hay peces anguiliformes, acintados, comprimidos, deprimidos, asimétricos, como los pleuronectiformes, globosos, e incluso completamente anómalos, como los de los caballitos de mar, que en nada recuerdan a la forma clásica de los peces.

El cuerpo está recubierto de formaciones especiales, que pueden ser también de diversas clases, como por ejemplo: las escamas de los teleosteos, que a su vez pueden tener tres tipos diferentes: ganóideas, cicloideas o tenoideas, caracterizadas las primeras por su gran espesor y por el esmalte duro que las recubre; las cicloideas, por su flexibilidad y por tener entero su borde libre, y las tenoideas por poseer denticulaciones en dicho borde; los dentículos dérmicos, característicos de los elasmobranchios, son formaciones cónicas de dentina, sentadas o sustentadas por un pedículo, que pueden adoptar las formas más diversas.

Existen peces con la piel desnuda, y también otros que la tienen recubierta por otros tipos de formaciones tegumentarias, como son los huesos dérmicos de determinados peces acorazados; espinas como las de los peces erizo, o anillos óseos como los que constituyen el exo-esqueleto de los caballitos de mar.

Las diferentes partes del cuerpo, cabeza, tronco y cola, se subdividen a su vez en otras subregiones, de las que las principales son las siguientes:

CABEZA (fig. 304).—Región preorbitaria (del rostro al borde anterior del ojo); región postorbitaria (del borde posterior del ojo al posterior de la cabeza); región interorbitaria (anchura comprendida entre los ojos); región supraorbitaria (desde el borde superior del ojo al perfil dorsal cefálico); regiones premaxilar, maxilar y mandibular (correspondientes a las porciones ocupadas por los huesos de los mismos nombres, que forman la boca); región supramaxilar (comprendida entre el borde superior maxilar y las aberturas nasales); región malar (correspondiente a las mejillas, por debajo de los ojos); región nasal (correspondiente a la zona que rodea a las aberturas nasales, que suelen ser dos pares, uno anterior y otro posterior); región rostral

(la anterior de la cabeza); región frontal (entre la rostral y la interorbitaria); región occipital (desde la interorbitaria al final del dorso cefálico); región opercular (la correspondiente, en los teleosteos, a los opérculos, y en los elasmobranchios, a las aberturas branquiales); región branquiostega (la posteroinferior, que sigue a la boca, donde están los radios branquiostegos, y la membrana del mismo nombre); región gular (la posterior de la cabeza).

TRONCO Y COLA.—Pueden distinguirse también las siguientes regiones: región dorsal, región de los flancos y región ventral. Cada una de ellas, a su vez, puede subdividirse en otras tres, unas a continuación de las otras, y que son, por ejemplo, las antedorsal, mesodorsal y postodorsal, y, finalmente, la raíz de la cola, denominada pedúnculo caudal.

Existen en los peces dos tipos diferentes de aletas, las pares y las impares. Las pares, pectorales o escapulares y ventrales o pelvianas, corresponden a las extremidades típicas de los vertebrados.

Suelen existir en todos los peces, aunque pueden faltar, sobre todo, las pelvianas. En los peces de organización más arcaica, suelen estar situadas en el perfil ventral del cuerpo, pero a medida que su organización se complica, se observa un avance progresivo del punto de inserción de las pelvianas, que pasan sucesivamente a lo largo de la escala de especialización, por las posiciones ventral, torácica, yugular, e incluso mandibular, y una elevación en los flancos de la inserción de las escapulares, que pasan del perfil ventral a los flancos, normalmente por debajo de la línea lateral, pero que pueden casi alcanzar el perfil dorsal, como ocurre, por ejemplo, con *Hemirhamphus* o con los peces voladores (*Cypselurus*), en los que se alcanza plenamente ese nivel de inserción.

Las aletas impares, colocadas en el plano sagital del cuerpo, son la dorsal o dorsales, la caudal y la anal. La aleta dorsal se extiende por la línea media del dorso, en mayor o menor extensión. Normalmente hay una o dos, pero en los bacalao, abadejos, etc., existen excepcionalmente tres. Cuando existe solamente una, es frecuente que esté más o menos escindida en dos regiones, separadas por una escota-

dura del borde libre y correspondiendo radios espinosos a la primera región, y blandos y ramificados a la segunda.

La aleta caudal rodea al extremo de la cola. Está formada, en los teleosteos, por radios blandos. Su forma puede variar y adoptar las siguientes principales modalidades: homocerca, cuando sus dos lóbulos son similares y simétricos; heterocerca, cuando uno de los lóbulos está más desarrollado que el otro; gefirocercas, cuando es simétrica con relación al eje del cuerpo (columna vertebral), pero normalmente sin lóbulos, extendiéndose, no a partir del extremo posterior caudal, sino sobre él. El origen de la aleta gefirocercas puede ser el de una atrofia de la verdadera aleta caudal, y su regeneración a base de la fusión de las porciones finales de las aletas dorsal y anal.

La aleta anal se extiende en el perfil ventral del cuerpo, a partir de la abertura anal. Suele ser de forma similar a la dorsal o por lo menos a la segunda dorsal, cuando hay dos, y también tiene radios espinosos al principio y blandos al final, cuando los primeros existen en el grupo de peces de que se trate. Excepcionalmente hay dos aletas anales en aquellas especies —los gadidos— que tienen tres dorsales.

En los elasmobranquios, las aletas pares e impares, como decíamos anteriormente, están formadas por un muñón basal, integrado por el esqueleto de la extremidad, que sobresale de las paredes del cuerpo y que está rodeado de una estrecha franja de elementos córneos, íntimamente soldados unos a otros, constituyendo la denominada ceratotriquia.

En los teleosteos el esqueleto apendicular no aparece por fuera de las paredes del cuerpo; ni en las aletas pares ni en las impares hay formaciones esqueléticas, como las que soportan a la ceratotriquia de aquellos peces. Las aletas están formadas simplemente por radios y membranas interradales. Los radios de las aletas pueden ser de varios tipos:

Radios córneos (característicos de la ceratotriquia de los elasmobranquios); radios escamosos (radios segmentados y formados por la transformación de escamas). Pueden presentar las siguientes modalidades a su vez: Radios segmentados (cuando la segmentación en ellos es pa-

tente, incluso a simple vista). Pueden estar ramificados en su porción distal o ser indivisos. Estos, a su vez, pueden ser blandos o estar endurecidos parcial o totalmente por el depósito de sales calizas. Radios espinosos o sencillos (son rígidos y punzantes), aunque algunas veces puedan ser también flexibles, pero nunca están ramificados, encontrándose principalmente en la primera aleta dorsal, en la porción anterior de ella, cuando sólo hay una; en la región anterior de la aleta anal y en el borde anterior de las plevianas.

La línea lateral es una serie de perforaciones de escamas que están en relación con terminaciones nerviosas. Es indudablemente un órgano sensorial. En la cabeza, la línea lateral se difunde en una serie de ramificaciones, que siguen la trayectoria de determinados nervios, manifestándose a veces en un sistema complicadísimo de poros, surcos, canales, etc., de carácter sensorial, como ocurre por ejemplo en la familia de los góbidos.

CARACTERES ANATÓMICOS GENERALES DE LOS PECES.

El esqueleto (fig. 205) está constituido por tres partes principales: el cefálico, la columna vertebral y el de las aletas o apendicular.

El esqueleto cefálico, aunque formado por gran número de huesos, puede ser considerado como constituido esencialmente por la caja craneana, en la que está alojado el encéfalo, y en la que existen una serie de fosas y cápsulas que dan alojamiento a los órganos de los sentidos. En su porción posterior está el agujero occipital, que da paso a la médula espinal.

Por debajo de la caja craneana, que se complementa por la existencia de huesos suplementarios, de origen dérmico, como son los preorbitarios, supraorbitarios, suborbitarios y postorbitarios, más los que forman el opérculo (estos huesos son característicos solamente de los teleosteos, faltando en los elasmobranquios), está el esqueleto visceral, integrado por una serie de arcos puestos al servicio de la boca y del aparato respiratorio, y que son los arcos mandibular, hioideo y branquiales, estos últimos en número frecuentemente de cinco, pero que pueden ser más y menos.

El esqueleto de las aletas es de dos tipos. El de las aletas pares, como ya hemos dicho anteriormente, está integrado por las correspondientes cinturas, normalmente relacionada con el cráneo la escapular y flotante la pelviana, y por el esqueleto de la aleta propiamente dicho, externo en los elasmobranquios, interno en los teleosteos.

El de las aletas impares está formado por series de huesecitos, de carácter seriado que soportan a los correspondientes radios y que se extienden los de las aletas dorsales y de la anal a continuación de las correspondientes apófisis espinosa y hemal de las vértebras subyacentes. La aleta caudal está soportada por el extremo de la aleta caudal. En los elasmobranquios, por su porción terminal, que está frecuentemente encorvada hacia arriba. En los teleosteos, por una formación especial, el hueso hipural, que no es sino la reunión, en forma de expansión laminar, de las apófisis espinosas y hemales de las últimas vértebras constitutivas del llamado urostilo.

La columna vertebral, finalmente, está integrada por un cierto número de vértebras, que suele ser característico de cada especie, y en la que se distinguen dos regiones principales: la torácica, caracterizada porque sólo existen apófisis espinosas y las transversales no se reúnen, y la caudal, en la que además de la apófisis espinosa hay otra opuesta a ella y constituida por la unión de las apófisis transversas, que se sueldan para formar un arco entre ellas, en el que se aloja el trayecto caudal de la gran arteria aorta dorsal.

En cuanto a los órganos internos, a las vísceras en general, describimos a continuación la anatomía de un teleosteo, el atún, que puede servir como orientación general para el conocimiento de la organografía de este grupo de vertebrados (fig. 206).

Las láminas branquiales son muy amplias, y están formadas por los filamentos branquiales, insertos en su borde posterior y por una serie de apéndices o espinillas, correspondientes a su borde anterior, las branquispinas, que en determinadas especies, como los clupeidos, hacen el papel de filtro para la retención del alimento.

El esófago es relativamente largo y normalmente grueso. Comunica sin estrechamiento intermedio con un estómago tubular muy largo, que llega por su extremo posterior hasta el final de la cavidad general del cuerpo. Está un poco desplazado hacia la izquierda y no presenta los divertículos que suelen estar presentes en otras especies de peces.

El duodeno se insertó en la porción anterior del estómago, en su cara ventral y el intestino que sigue, está constituido por tres trayectos de ida y vuelta desde el nivel de inserción del intestino en el estómago hasta el extremo posterior de la cavidad general del cuerpo, desembocando, tras una pequeña región rectal, en el ano.

En el punto de unión del duodeno con el estómago hay una numerosa serie de apéndices arborizados, que son los ciegos pilóricos, de carácter glandular, que forman una espesa masa de contorno triangular parcialmente recubierta por el hígado.

Este está formado por tres lóbulos, uno izquierdo, otro central y otro derecho. Es lo general que el central de los atunes sea el más desarrollado. En el resto de los peces, como en el atún que figura en este trabajo, es el lóbulo izquierdo el más desarrollado.

La vesícula biliar es muy larga y filiforme, teniendo un color verde muy intenso.

El bazo es muy voluminoso y de color rojo vinoso, extendiéndose entre las dos primeras asas intestinales.

La vejiga natatoria, el órgano hidrostático, ocupa la porción dorsal de la cavidad general del cuerpo. Delante de ella se encuentra el timo.

Los órganos sexuales se encuentran a los lados de la porción posterior de la vejiga natatoria, variando mucho su volumen y aspecto externo, en relación con su estado de maduración.

El corazón, incluido dentro de un seno pericárdico, está formado por un ventrículo muy grande y por un bulbo aórtico también relativamente grande.

La superclase de los peces comprende a tres clases: agnatos, condroictios y osteictios.

CLASE AGNATOS

Están representados en la actualidad por un único orden viviente, el de los ciclostomos.

Los ciclostomos tienen el cuerpo vermiforme o anguliforme. Carecen de aletas pares y de escamas. No tienen mandíbulas, ofreciendo la boca la forma de una depresión o de amplia ventosa (fig. 208). el embudo prebucal. Sólo hay una abertura nasal. Los ojos pueden faltar, y si existen, están recubiertos por la piel. El esqueleto es completamente cartilaginoso y el notocordio es ampliamente persistente. El órgano auditivo consta solamente de uno o dos canales semicirculares. El tipo de estos peces es la lamprea (*Petromyzon*) (fig. 207).

Estos peces nacen en una forma larvaria, el *Ammocoetes*, que recuerda en muchos aspectos al cefalocordado *Amphioxus*, muy diferente de los adultos y que vive enterrada en la arena de los ríos. Pasados uno o dos años, se transforma en la lamprea adulta, que migra al mar, donde realiza su desarrollo individual para regresar de nuevo al río a verificar la reproducción. Viven parasitando a otros peces, a los que se adhieren por medio de la ventosa del embudo prebucal, rayendo los tejidos del huésped mediante las formaciones duras u odontoides que lo recubren.

Además de la lamprea marina (*Petromyzon marinus*), cuya carne es muy apreciada en Galicia, en cuyos ríos es relativamente abundante, existe otra especie eminentemente marina y de vida más parasitaria todavía, el *Mirius glutinosus*, de organización aún más degradada que la de la lamprea marina. Parece ser que es endoparásita, lo que explica ese mayor grado de degradación orgánica.

La clase de los agnatos comprende dos órdenes: mixinoideos, al que pertenece *Mirius glutinosus*, y petromizontes, al que pertenece la lamprea marina (*Petromyzon marinus*).

1.º ORDEN MIXINOIDEOS.

Sin embudo prebucal; sin ojos; en la fauna europea, con un solo par de aberturas branquiales externas.

2.º ORDEN PETROMIZONTES.

Con embudo prebucal y ojos. Con siete pares de aberturas branquiales externas.

CLASE CONDRIOCTIOS

Cuerpo fusiforme o aplanado. Dos pares de aletas y las pelvianas en posición francamente abdominal. Piel recubierta de denticulos dérmicos (fig. 209) o desnuda. Un par de aberturas nasales. Ojos no cubiertos por la piel y con párpados. Aletas formadas por ceratotriquijs. Casi siempre con cinco aberturas branquiales externas, independientes y no recubiertas por un opérculo común (salvo en *Chimaera*). Excepcionalmente puede haber seis o siete aberturas branquiales. Rostro normalmente prominente, por lo que la boca es infera. Cola heteroerca. Machos con órganos copuladores, derivados de los lóbulos internos de las aletas pelvianas. Los huevos son casi siempre grandes, con gran cantidad de vitelo nutritivo, y por tanto poco numerosos. Fecundación interna; desarrollo frecuentemente externo, ovovivíparo, y excepcionalmente, casi vivíparo.

Esqueleto cartilaginoso típico, aunque a veces endurecido por sales calizas. Nunca hay huesos dérmicos. No hay vejiga natatoria. Corazón provisto de un cono arterial. El intestino presenta una formación especial, la válvula espiral, consistente en un repliegue dérmico que forma una espiral en una porción ensanchada del mismo, lo que alarga el trayecto a recorrer por los alimentos, en su interior. Oído con tres canales semicirculares.

Son peces de caracteres primitivos, aunque muy evolucionados, como lo demuestra la gran complicación de su aparato reproductor, mucho más complejo que el de los osteíctios o teleostomos.

La clase de los condróctios comprende a dos subclases: Elasmobranquios y Holocéfalos.

SUBCLASE ELASMOBRANQUIOS

Son condróctios con cinco aberturas branquiales por lo menos, con la cola siempre heteroerca.

Comprende la subclase a los órdenes selacios y batoloideos.

1.º ORDEN SELACIOS.

De cinco a siete aberturas branquiales, situadas siempre a los lados de la cabeza, nunca en su superficie ventral, incluso en

las formas, que, como *Squatina*, tienen el cuerpo francamente deprimido, ya que constituyen las formas intermedias entre este orden y el siguiente de los batolideos. Las aletas escapulares son distintas, no formando un disco con la región del tronco.

El cuerpo es fusiforme, salvo en los esquistínidos. Los ojos se encuentran en los flancos cefálicos. Los espiráculos (aberturas que comunican a la cavidad bucofaríngea con el exterior), están poco desarrollados. Dientes agudos y cortantes, rara vez romos.

Son animales de vida activa, frecuentemente pelágicos, de régimen de vida predador, dotados de poderosísimas dentaduras, siendo especies normalmente peligrosas, tanto más, cuanto que pueden alcanzar tallas muy considerables. No faltan las especies sedentarias, como tampoco las abisales, pese a que la mayoría suelen ser pelágicos. Hay algunas formas de alimentación planctónica, como el tiburón ballena (*Cetorhinus maximus*), que carece de dientes.

Desde el punto de vista de su utilidad al hombre, interesan diversas especies, unas por su carne, que se utiliza como alimento; otras, por sus pieles, y no pocas por los aceites que se extraen de sus hígados, muy voluminosos y con un enorme contenido graso, no exento tampoco de vitaminas.

Entre las especies de mayor interés pueden citarse las siguientes:

Familia Herónquidos. — El boquidulce (*Heptanchias cinereus* (fig. 210) con siete aberturas branquiales y la cañabota (*Heptanchas griseus*), con seis.

Familia Esclerorinidos. — La pintarroja (*Spyliorhynchus canicula*) (fig. 211) y el gato marino (*Spyliorhynchus stellaris*) (fig. 212), que se pescan con los artes de arrastre.

Familia Galeidos. — El cazón (*Galeus galeus*) (fig. 213), muy abundante en las costas marroquíes, y que se pesca con redes especiales, los cazonales; la tintorrera (*Prionace glauca*) (fig. 214), de cuerpo esbeltísimo y color azul intenso, eminentemente pelágica, que alcanza tallas considerables y es una de las especies más peligrosas. Se pesca con palangres. El lobo (*Carcharhinus milberti*) (fig. 215) y la lamia (*Carcharhinus commersoni*), tam-

bién pelágicos y peligrosos; la musola (*Mustelus mustelus*) (fig. 216) y la musola dentada (*Mustelus cunis*), de talla mucho menor, dentadura menos desarrollada y hábitos más batiales.

Familia Esprinidos. — Pertenecen a ella los peces martillo (*Sphyrna zygaena*) (fig. 217), característicos por la forma especial de su cabeza, que también alcanzan tallas considerables, siendo asimismo peligrosos.

Familia Alópidos. — Típica por el enorme desarrollo de su cola, a la que debe su nombre el pez Zorro (*Alopias vulpes*, fig. 220), impenitente depredador de los bancos de sardinas y boquerones.

Familia Cetorrinidos. — A la que pertenece el enorme tiburón-ballena o peregrino, el mayor de los escleriformes, que se dice puede llegar a los 30 metros de longitud, y que es absolutamente inofensivo, alimentándose de plancton y careciendo en absoluto de dientes.

Familia Escudínidos. — Caracterizados por tener aguijones delante de las aletas dorsales. Son especies de fondo y entre ellas se encuentran el quevaicho (*Centrophorus granulosus*, fig. 221), y la mielga (*Squalus blainvilliei*, fig. 222).

Familia Esquistínidos. — A la que pertenecen los angelotes (*Squatina squatina*, fig. 223), y *Squatina oculata*, que tienen el cuerpo deprimido y que inician el tránsito hacia la forma deprimida de los batolideos.

2.º ORDEN BATOLIDEOS.

Cinco pares de aberturas branquiales, situadas en la superficie ventral de la cabeza, incluso en las formas que por su cuerpo alargado se asemejan parcialmente a los selacios (pez sierra (*Pristis*) y guitarras (*Rhinobothus*)). Las aletas escapulares se extienden considerablemente a lo largo del cuerpo, haciéndose confluentes en el rostro y formando con el cuerpo, que es muy deprimido, un disco, en cuya parte posterior están las aletas pelvianas. La cola, muy delgada, aparece como un apéndice del disco, siendo normal que la aleta caudal y las dorsales no existan y que las segundas puedan transformarse en agudos aguijones.

Los espirocúlos están ampliamente desarrollados, puesto que en estos animales de vida sedentaria, que viven pegados al fondo, el agua entra en la cavidad branquial por estas aberturas, en lugar de hacerlo por la boca. Los dientes, frecuentemente planos, destinados a la trituración.

Son animales de vida sedentaria, que habitan preferentemente en la región costera, sobre los más diversos tipos de fondo pero preferentemente en los arenosos y fangosos, donde son capturados por los artes de arrastre.

Entre las especies principales que interesa citar, por uno u otro aspecto, están las siguientes:

Familia *Pristidos*.—Son los famosos peces-sierra, característicos por su apéndice rostral, dotado de dos series laterales de agudas púas.

Familia *Rhinobátidos*.—Pertenecen a ella las guitarras (*Rhinobathus*), en las que el disco está ya perfectamente definido, aunque conservan el cuerpo alargado con algo de porte escualiforme.

Familia *Torpedinidos*.—El disco es redondeado, sin región rostral y muy carnoso. Están dotados de órganos especiales, productores de electricidad, de forma arriñonada que se marcan en el disco con bastante claridad y cuyas descargas utilizan como medios defensivos o de ataque.

Entre las especies están las tembladeras o torpedos (*Torpedo torpedo*, fig. 224), *Torpedo marmorata*, etc.).

Familia *Rajidos*.—El disco es delgado y consta de una región rostral a veces muy larga y desarrollada. Comprende a las diferentes especies de rayas, entre las que las más interesantes son la raya común (*Raja clavata*, fig. 225), la santiaguera (*R. nasus*, fig. 225), la bramante (*R. alba*, fig. 227), la estrellada (*R. asterias*, fig. 228) y la de espejos (*R. miraletus*).

Familia *Dasypódidos*.—La región caudal es muy estrecha, delgada y larga, con forma de látigo. Las aletas dorsales están transformadas en agujones, que por estar recubiertos de mucosidad venenosa, son peligrosos. Entre las especies están los chuchos (*Dasypatis pastinaca*, fig. 230), que pueden alcanzar tallas muy grandes.

Familia *Milobátidos*.—Parecidos a los anteriores, pero con una región cefálica muy manifiesta y las aletas escapulares agudas. También carecen de aleta caudal, y las dorsales están transformadas en agujones venenosos. El águila de mar (*Milobatis aquila*) es el tipo de esta familia.

Familia *Mobulidos*.—Son las famosas mantas (*Mobula mobular*), que llegan a pesar varias toneladas, y que tienen la región frontal escotada y provista de dos orejuelas retorcidas helicoidalmente.

SUBCLASE HOLOCEFALOS

Elasobranquios con una sola abertura branquial externa y con la cola terminada en punta, con aleta caudal no heterocerca. Están representados en nuestros mares por un solo género, *Chimaera*, integrado por dos especies (*Ch. monstrosa* y *Ch. affinis*), carentes en absoluto de interés pesquero.

CLASE OSTEICTIOS

Cuerpo de formas muy variadas, frecuentemente fusiforme y más o menos comprimido. Piel recubierta de escamas o de formaciones derivadas de ellas, y excepcionalmente desnudo. Esqueleto parcial o totalmente osificado. Las mandíbulas sostenidas por huesos de membrana (premaxilar, maxilar y dentario). Uno o dos pares de aberturas nasales. Ojos, excepcionalmente atrofiados, normalmente presentes y nunca recubiertos por la piel. Con repliegue palpebral. Los radios de las aletas, blandos o duros, ramificados o indivisos, pertenecen siempre al tipo de la lepidotritquia. Una sola abertura branquial externa, recubierta por un opérculo dotado de un esqueleto especial. Rostro nulo, salvo excepción, con la boca más o menos terminal. Cola de muy diversas formas, frecuentemente homocerca. Aparato reproductor muy reducido. Muy raras con aparato copulador. Frecuentemente ovíparas y excepcionalmente ovovivíparas o vivíparas. Frecuentemente con vejiga natatoria. Corazón con un ventrículo y un bulbo aórtico. Sólo en las formas primitivas hay cono arterial. No ha válvula espiral en el intestino, salvo excepción. Oído con tres canales semicirculares.

La clase de los osteictios comprende a dos subclases: Actinopterygios y Condroictios.

SUBCLASE ACTINOPTERYGIOS

Aletas pares sin lóbulos basales. Una aleta dorsal, que puede escindir-se. Membranas branquiostegas presentes y soportadas por radios branquiostegos. Sacos nasales sin aberturas internas de comunicación con la cavidad bucofaringea. Vejiga natatoria normalmente presente.

La subclase está integrada por tres superórdenes: condrosteos, holosteos y teleosteos, de los que sólo interesan, desde el punto de vista de la fauna marina, los primeros y los últimos.

1.º SUPERORDEN CONDRÓSTEOS.

Son peces de constitución arcáica, verdaderos fósiles vivientes, y que poseen caracteres intermedios entre los condroictios y los osteictios. Cabeza recubierta de un dermoesqueleto. Láminas branquiales concentradas. Cola heterocerca. Con notocordio persistente. Con espiráculos. Con válvula espiral en el intestino.

Las formas marinas están integradas en un solo orden, el de los ganóideos o acipenseróideos, de los que solamente una familia, la de los acipenserídeos, tiene representantes marinos, los esturiones, pertenecientes al género *Acipenser*, una de cuyas especies, *Acipenser sturio*, se encuentra en nuestros grandes ríos Guadalquivir y Ebro.

El esturión es especie de interés industrial, por su carne, que ahumada es excelente y, sobre todo, por sus huevas, que, convenientemente preparadas, constituyen el famosísimo caviar.

EL ESTURION O SOLLO (*Acipenser sturio*).

Es interesante este pez, por representar la última reliquia de un grupo que floreció en épocas geológicas anteriores a la actual, y porque constituye, además, el punto intermedio entre los peces de esqueleto cartilaginoso, como los tiburones

y las rayas, y los que lo tienen óseo, como la sardina la dorada, etc., que hoy predominan.

Su cuerpo alargado, semejante a un huso, con la aleta caudal de lóbulos desiguales (fig. 231), recuerda en cierta manera al de los tiburones. El tener la cabeza acorazada, carecer de la lija de los tiburones y no presentar más que una sola abertura branquial a cada lado de la cabeza, le aproxima a los peces de esqueleto óseo o teleosteos.

El cuerpo tiene sección pentagonal, estando representadas las cinco aristas del cuerpo por cinco series de gruesos escudos óseos característicos.

Es uno de los peces que reparten su vida entre el mar y las aguas dulces, naciendo y reproduciéndose en los ríos, pero necesitando una masa de agua tan considerable y con tal cantidad de alimento para su desarrollo, que sólo puede vivir en ríos de gran categoría.

Fueron conocidos durante mucho tiempo como privativos de los grandes ríos rusos, pero se confirmaron las sospechas de que debían encontrarse en otros muchos.

Por lo que refiere a España, se les ha encontrado en el Ebro y, principalmente, en el Guadalquivir, donde son relativamente abundantes, aunque las obras de canalización del río y la construcción de presas como la de Alcalá, que cierra el paso por completo a los esturiones en su marcha a los lugares de puesta, vayan empobreciendo sus aguas, por lo que, si no se quiere que desaparezcan, sería conveniente tomar con urgencia medidas de protección.

Alcanzan gran tamaño; en el Guadalquivir llegan a los dos metros y medio. Los esturiones conocidos también con el nombre de sollos pasan la mayor parte de su vida en el mar, no yendo a los ríos más que para reproducirse.

Allí es pescado de cuando en cuando por las parejas, tratándose, sin duda, de individuos que se van acercando a la costa para penetrar en los ríos.

La alimentación consiste principalmente en crustáceos, gusanos y, sobre todo, moluscos. La boca, en forma de tubo ex-

tensible, colocada en la parte inferior de la cabeza, hace el efecto de un tubo chupador.

Son peces que prefieren la vida en las cercanías del fondo, subiendo muy raras veces a la superficie aunque lo hagan en ocasiones. Sobre todo las hembras en la época de la madurez sexual, cuando el abdomen está dilatado por la enorme cantidad de huevos que contiene, se separan con dificultad del fondo.

En el mar se dedican, como todos los peces de ciclo vital análogo, al acúmulo de reservas nutritivas en forma de depósitos de grasa, ya que una vez iniciada la emigración de puesta, dejan en absoluto de alimentarse, no teniendo otra obsesión que el alcanzar los lugares aptos para la reproducción.

Este hecho se ha confirmado plenamente, ya que ninguno de los esturiones capturados en la marcha río arriba contenía alimento alguno.

Se desconoce en absoluto en qué parte del mar se encuentran, ya que, como decíamos anteriormente, son excepcionales los ejemplares capturados en él y éstos siempre en las proximidades de los ríos.

La marcha hacia los ríos se inicia a principios de invierno, aunque, según el doctor Classen, de cuyo trabajo sobre los esturiones del Guadalquivir tomamos la mayoría de los datos de este capítulo, algunos esturiones penetran en aquéllos durante el otoño, invernaendo en los grandes pozos que se encuentran en su desembocadura.

En la primavera, atraídos seguramente por la acción de las aguas fluviales en el mar, que actúan con más intensidad como consecuencia de su mayor caudal, comienza la gran emigración de los esturiones hacia los ríos, marchando en primer lugar los machos.

Permanecen un determinado tiempo en la parte baja, y, mientras tanto, a base de las reservas grasas acumuladas, se ultima la elaboración de los productos sexuales.

La marcha río arriba parece ser lenta, aunque en determinadas ocasiones puede acelerarse considerablemente.

Llegados a los lugares de puesta, que deben tener aguas de gran corriente, y,

por tanto, muy alreadas, los machos esperan a las hembras para efectuar la reproducción.

Los huevos se adhieren inmediatamente al fondo, gracias a una mucosidad que se produce en cuanto han sido fecundados; los que no lo han sido son arrastrados inmediatamente por la corriente.

La puesta comienza, en lo que al Guadalquivir se refiere, hacia el mes de abril. Es enorme el número de huevos que puede poner cada hembra, pudiendo llegar hasta dos millones.

Inmediatamente de realizada la puesta, disminuida la densidad del pez, éste sube a la superficie y, arrastrado por el agua, se dirige de nuevo al mar.

Al cabo de tres o cuatro días de fecundados los huevos, nacen las larvas, alimentándose al principio con reservas del huevo que han quedado adheridas a la larva por una bolsita o saco abdominal.

Después comienza la vida activa, buscando por su cuenta el alimento, que consiste principalmente en pequeñísimos crustáceos.

Se dirigen poco a poco hacia el mar, arrastrados por la corriente, y crecen, mientras tanto, con gran rapidez. No marchan inmediatamente al mar, al parecer, permaniendo varios meses en las aguas de la desembocadura del río, internándose después en aquél, para desarrollarse y regresar a éste ya adquirida la madurez sexual.

Esta parece alcanzarse bastante tarde. De los esturiones del Guadalquivir se tienen pocos datos, pero se cree que no se verifica antes de los ocho años.

Es curioso el hecho de que los esturiones, al parecer, no maduran todos los años, sino que lo hacen cada dos.

Son peces de extraordinaria vitalidad, que, gravemente heridos, no llegan a morir. Así, se da el caso de que, teniendo interceptado el paso a sus antiguos lugares de puesta, a los que iban antes de construirse la presa de Alcalá, al intentar salvar el obstáculo la turbina los mutila bárbaramente, aunque no llega a matarlos, ya que se pescan ejemplares con las heridas perfectamente cicatrizadas.

Esta vitalidad es aprovechada para su explotación, ya que por la circunstancia

de que las huevas o caviar no dan buenos productos si no se cogen del ejemplar recién muerto, cuando se pescan con las palangres se los conserva vivos en el agua, atados por un cabo atravesado en el hocico, sin que mueran, a pesar de que las heridas producidas por los anzuelos sean de gran consideración.

Como la utilización de los esturiones es para la elaboración del caviar, la pesca hay que hacerla antes de verificarse la puesta, es decir, cuando ascienden por el río pegados al fondo.

Con este fin se calan unos palangres con poderosos anzuelos cercanos al fondo del río, de forma que no pescan más que a estos individuos, dejando pasar a los que, de vuelta al mar, van próximos a la superficie.

Como en la época de marcha a los lugares de puesta no se alimentan y no acudirían a los cebos que pudieran ponerse en los anzuelos, éstos tienen una disposición especial, de forma que al menor contacto se retuelven contra el cuerpo que los ha tocado, clavándose en él.

CAPITULO XXVI

2.º SUPERORDEN TELEÓSTEOS.

Esqueleto completamente osificado. Cuerpo nunca escualiforme, con la aleta caudal homocerca, salvo excepción (pez volador). A veces sin ella. Sin denticulos dérmicos; con escamas cicloideas o tenoides, o con el cuerpo desnudo o recubierto de otras formaciones, como espinas, derivadas de escamas. Vejiga natatoria con desarrollo muy variado. Muy desarrollada en las especies primitivas y comunicando entonces con el tubo digestivo por un conducto neumático. En las formas más modernas y evolucionadas, sin esa comunicación, pudiendo faltar incluso totalmente la vejiga. Corazón con bulbo aórtico. Sin válvula espiral ni espiráculos. Esqueleto completamente osificado.

El superorden de los teleosteos se divide en tres series: fisóstomos, pseudofisóstomos y fisoclistos.

SERIE FISÓSTOMOS.

Vejiga natatoria generalmente bien desarrollada y con un tubo neumático que la pone en comunicación con el digestivo. Todos los radios de las aletas son blandos y segmentados, salvo alguna excepción como el primero de las escapulares, dorsal y anal de determinados peces de agua dulce. Aletas pectorales y ventrales en el perfil ventral del cuerpo, y las ventrales siempre en posición retrásada. Normalmente con una sola dorsal, provista de radios, aunque en algunos casos hay una segunda dorsal muy pequeña, sin radios, de carácter adiposo.

La serie está integrada por varios órdenes de los que sólo nos interesan los siguientes:

1.º ORDEN CLUPEIFORMES.

Cuerpo más o menos parecido al de las sardinias. Escamas cicloideas. Todos los radios de las aletas son blandos y segmentados. Ventrales en posición abdominal y con más de cinco o seis radios. Escapulares en el perfil ventral del cuerpo.

Casi siempre con una sola aleta dorsal, pudiendo existir una segunda, adiposa.

El orden comprende a tres subórdenes, de los que sólo nos interesan dos, el de los clupeoideos y el de los salmonoideos, ya que el tercero, el de los estomiatoideos, de gran curiosidad, por estar integrado por especies abisales, no incluye a especies que tengan interés industrial.

SUBORDEN CLUPEOIDEOS.

Clupeiformes, sin aleta adiposa, sin órganos luminosos y sin barquilla en la región gular. La mayoría de ellos son muy semejantes a la sardina, tanto por su forma como por sus costumbres.

LA SARDINA

(*Sardina pilchardus*, fig. 233)

Cuerpo alargado. Una sola aleta dorsal, de forma trapezoidal. Aleta caudal homocerca. La anal muy baja y con los últimos radios más largos que los anteriores. Escapulares casi en el nivel del perfil ventral del cuerpo y las pelvianas, muy pequeñas, en posición completamente abdominal. Coloración plateada en el vientre y flancos y azulado oscuro en el dorso, que está recorrido por una serie de manchas oscuras. Los ojos con párpado adiposo. Las escamas no son todas iguales, habiendo dos series, unas pequeñas, embutidas en estuches dérmicos y otras más grandes, carentes de dichos estuches, que se superponen y ocultan a las primeras. Alcanzan hasta unos 25 centímetros de longitud.

Son peces pelágicos, que viven en lugares no muy alejados de las costas, a las que suelen acercarse, y donde son pescados de forma intensiva por medio de redes de cerco.

Suelen nacer en los meses más fríos del año, desde noviembre o diciembre hasta marzo o abril, aunque parece ser que hay tres periodos de puesta que se suceden a lo largo del año. La puesta se

verifica principalmente en aguas que tengan de 13 a 15 grados de temperatura. Nacen en una forma larvaria bastante atrasada, provista de su correspondiente saco vitelino, haciendo vida planctónica y frecuentando los fondos de una veintena de metros de profundidad. Evolucionan muy rápidamente, para adquirir de manera gradual su forma definitiva. En la primavera suelen encontrarse los jóvenes cerca de la costa, mezclados con individuos de la anterior generación, teniendo unos ocho centímetros de longitud. Al invierno siguiente emigran a aguas más profundas. Durante la primavera se alimentan intensamente, coincidiendo con los máximos planctónicos, almacenando gran cantidad de grasa que, posteriormente, utilizan para la elaboración de los productos sexuales. La primera maduración se alcanza en el primer año de edad. Una vez realizada la puesta en las cercanías de la costa, las sardinas retornan a alta mar, volviendo al año siguiente a reproducirse y repitiéndose la migración todos los años que dura su vida, que aunque algunos autores estiman de hasta doce y trece años, no parece que, por lo menos en nuestras aguas, llegue a más de cuatro a cinco.

La fecundación es externa. La sardina pone un número muy elevado de huevos, que flotan merced a gotas de grasa que llevan en su interior. Miden de 1,5 a 1,7 milímetros de diámetro, y la incubación dura de cuatro a cinco días, naciendo unas larvas que tienen unos tres milímetros de longitud.

Las sardinas son peces gregarios y migrantes. Forman enormes bancos. Aunque su estenotermia no parece ser tan estricta como se venía estimando, no cabe duda de que son muy sensibles a las variaciones de la temperatura que debe ser uno de los principales factores que regulan sus desplazamientos. La salinidad, en cambio, no debe influir mucho, pues pese a que también se la consideraba como marcadamente estenohalina, no es raro encontrarla en aguas de marcado carácter salobre, como las de las desembocaduras de muchos ríos.

La alimentación de la sardina es de dos tipos. La fundamental parece ser la planctónica involuntaria. Los elementos planctónicos quedan retenidos automáticamente en el filtro que forman las branquias de sus branquias, y pasan pos-

teriormente al tubo digestivo. El segundo tipo de alimentación es voluntario, persiguiendo las sardinas a los animalillos que ve flotando en el agua. Este tipo de alimentación se aprovecha para su pesca, ya que acudiendo inmediatamente en busca de determinados alimentos, como las huevas saladas de los bacallos, la erabas, extraordinariamente olorosas y visible, por su color rojo, se les concentra por este procedimiento, lanzando aquella raba, mezclada con salvado, al agua, para cercar después con las redes a las sardinas concentradas.

Siendo el plancton el alimento fundamental de las sardinas, de la existencia o ausencia del mismo depende la presencia o falta de sardinas.

Los periodos de alimentación intensa se manifiestan por un crecimiento rápido, que repercute en las escamas, por la presencia de amplias zonas de crecimiento, ya que, como es sabido, el número de escamas de los peces no varía casi desde el nacimiento hasta la muerte, por lo que tienen que crecer paralelamente al animal para seguir cubriéndolo. En las fases de alimentación escasa, el crecimiento se detiene, e igualmente el de las escamas, cuyas zonas de crecimiento en estas fechas son muy estrechas. Observada una escama al microscopio, se observa una alternancia de zonas anchas y estrechas que corresponden a máximos y mínimos alimenticios, y, por tanto, a años de edad. El problema de la determinación de la edad de las sardinas, como el de los restantes peces, no es, sin embargo, tan sencillo, puesto que en muchos casos, y en el de la sardina quizá con mayor intensidad, además de estas marcas de edad existen otras, de identificación dificultosa, que se prestan a confusión.

La sardina abunda mucho en nuestras aguas, aunque en la actualidad se pare por una transitoria fase de crisis, cuyas causas no han podido ser explicadas satisfactoriamente. Constituye una de las especies básicas de nuestra industria pesquera, que las captura por medio de diversos procedimientos, entre los que resaltan las jábegas, artes de arrastre litoral, que se remolcan con cabos a tierra; los sardinales o jéitos, redes de deriva que se calan en las cercanías de la costa, y, finalmente, los más importantes, las redes de cerco de jareta, enormes artes que llegan a tener hasta 1.000 metros de lon-

gitud y 100 de altura, con los que se cerca la sardina, después de haberla atraído por el señuelo o cebo de la raba, o por el efecto de atracción de poderosos focos luminosos.

Próximos parientes de la sardina son los espadines (*Clupea sprattus*, fig. 234), que se capturan en nuestras aguas del Noroeste, el arenque (*Clupea harengus*, fig. 235), cuyos huevos, por excepción, no son flotantes, uñente de una de las más importantes pesquerías del mundo, en los mares nórdicos, y la alacha (*Sardinella aurita*, fig. 236), especie más meridional y que abunda en las costas mediterráneas españolas y en las de Marruecos.

EL SABALO Y LA SABOGA

(*Alosa alosa* y *Alosa fallax*)

Estudiamos conjuntamente con estos nombres a las dos especies del género *Alosa* existentes en España.

La primera, el sábalo (fig. 237), recibe en Santander el nombre de arencón. En Pedreña, pez sabie, y en San Sebastián el de collaca.

El sábalo tiene el cuerpo parecido a una sardina, aunque más alto, la boca alcanza al nivel del centro del ojo, y el opérculo está estriado. La aleta dorsal está situada en la primera mitad de la longitud del cuerpo, es decir, más cerca de la cabeza que de la cola, con aspecto triangular. Aletas pectorales no muy largas, y las ventrales, en posición francamente abdominal, de menor tamaño que las pectorales, y con una escama en su axila, de longitud igual a la mitad de la aleta. Escamas muy caedizas. Color azul verdoso en el dorso y plateado en el resto, con una mancha negra redondeada y bien neta en el comienzo de la abertura opercular, seguida a veces de otras más pequeñas y menos intensas. Alcanzan hasta 50 centímetros de longitud, siendo las hembras mayores que los machos.

La saboga se diferencia de la anterior especie por tener el cuerpo un poco más alto, la escama de las aletas ventrales algo más corta, el color del dorso azul, durante su estancia en el mar, y verde cuando va al río. El número de manchas de los flancos varía desde una sola a una docena. Las hembras son también algo mayores que los machos, alcanzando sólo 40 centímetros de longitud.

El sábalo es genuinamente atlántico, aunque también se encuentra en el Mediterráneo. Roule lo cita en el Ródano. En España es abundante en toda la costa atlántica hasta el Guadalquivir, siendo menos frecuente en el Mediterráneo, donde ha sido encontrado hasta Vinaros, por Lozano Rey, lo que hace suponer a este autor su presencia incluso en el río Ebro.

La saboga, aunque especie atlántica también, no ha sido encontrada en España más que en sus costas mediterráneas, andaluzas y levantinas.

El sábalo y la saboga pertenecen al grupo de peces emigrantes que reparten el ciclo de su vida entre las aguas de los ríos y las del mar, verificando periódicamente viajes de uno a otro, que responden a las necesidades de la reproducción, ya que ésta no se verifica en cualquier lugar, sino en uno determinado y en condiciones especiales, que buscan respondiendo a influjos de que ya nos hemos ocupado.

Así, se observa que los sábalos, que durante el invierno faltan en absoluto, comienzan a aparecer en las desembocaduras de los ríos hacia el mes de febrero, llegando en ocasiones a formar verdaderas bandas, que se hacen más numerosas a medida que las temperaturas de las aguas de los ríos se van elevando.

Estos sábalos, que vienen en condiciones inmejorables para su consumo, puesto que están repletos de materias alimenticias acumuladas durante su estancia en el mar, donde se ha verificado el desarrollo individual, tienen ya sus órganos reproductores bastante desarrollados y no penetran en el río si la temperatura de sus aguas no sobrepasa a los 10° ó 12°. Si se dan estas circunstancias, penetran en el río, e inmediatamente dejan de alimentarse, dedicando todas sus energías a avanzar en contra de la corriente, tratando de alcanzar aquellos lugares apropiados para realizar la puesta.

Todo su viaje lo hacen en busca de las aguas calientes, no avanzando si no las encuentran y abandonan los cursos principales de agua para adentrarse en los afluentes, si la temperatura de éstos les es más propicia.

Se puede decir, como escribe Roule, que los sábalos tienen estacionalidad. A este efecto puede citarse el caso curioso que ocurre en el Ródano, aguas aba-

jo de su confluencia con el Isère, en el que en la margen en que recibe a este afluente no se pesca ni un sólo sábalo, mientras que se capturan en la opuesta.

Esto se explica porque las aguas del Isère, extremadamente frías, a consecuencia de la proximidad de los glaciares del Delfinado, tardan en mezclarse con las del Ródano y tienen una temperatura incompatible con la que necesitan los sábalos.

Siguen los sábalos río arriba, en busca de los lugares de puesta, y, mientras tanto, y a base de reservas acumuladas durante su estancia en el mar, se van terminando de madurar los productos sexuales.

Llegados al lugar apropiado, que no ha de tener menos de 17° a 18°, siendo la temperatura óptima de 22° a 24°, hacen la puesta en sitios de poca profundidad, sobre los fondos de arena o piedra.

Se verifica la reproducción, aproximadamente, en el mes de abril, realizando la puesta durante la noche. Cada hembra pone, según Roule, unos cincuenta mil huevos por cada kilo de peso, huevos que tienen unos dos milímetros de diámetro, y que, por ser más densos que el agua, se van al fondo, donde quedan entre las piedras, no siendo arrastrados por la corriente.

Los sábalos, una vez realizada la puesta, agotados por el esfuerzo realizado se dejan arrastrar por la corriente, muriendo la mayoría, pero pudiendo salvarse algunos, que vuelven a recobrar sus energías, creciendo considerablemente y volviendo a los ríos a verificar una nueva puesta en la estación siguiente.

Los huevos tardan aproximadamente una semana en germinar. En cuanto nacen, los pececillos comienzan su vida activa, permaneciendo en los lugares de nacimiento hasta finales de verano, en que comienza el descenso hacia el mar, a donde llegan hacia el mes de octubre, permaneciendo en la región de las aguas salobres hasta la primavera siguiente, época en que se adentran en el mar, dando comienzo al desarrollo individual.

La permanencia en las aguas oceánicas, y, por consiguiente, el tiempo que tardan en adquirir la madurez sexual, varía con el sexo. Los machos, de desarrollo más lento, no tardan menos de tres y a veces cuatro años, mientras que las

hembras pueden realizar su desarrollo hasta en dos.

Llegado el momento oportuno, los instintos reproductores, que les hacen buscar aguas más calientes que las del mar, les obligan a acercarse a las costas, marchando en primer lugar los machos, en busca de las aguas fluviales, y que en la estación primaveral son más cálidas.

A esto se debe el que después de las riadas, en que el influjo del agua de los ríos es mayor sobre las del mar, la afluencia de los sábalos hacia ellos aumente.

Una vez en el río comienza el ascenso contra la corriente, salvando toda clase de obstáculos para llegar de nuevo a los lugares de puesta y volver a comenzar el ciclo vital.

La alimentación parece estar constituida principalmente por pequeños crustáceos, aunque también parecen intervenir en ella larvas de insectos, e incluso pequeños pececillos. En la alimentación intervienen, sin duda, las branquiaspinas, que hacen el papel de filtro, que detienen las partículas alimenticias que lleva el agua, al bañar las branquias en el proceso de la respiración.

Aunque no de calidad excelente, los sábalos son objeto de pesca muy activa, constituyendo un factor no despreciable de la pesca.

Así, según datos que recoge Lonano Rey, en el Miño se pescaron en el año 1925 ciento treinta y dos mil sábalos, y en 1928, setenta y cinco mil.

En el Puerto de Santa María, en que se pescan con alguna frecuencia, se ha llegado a vender a ciento setenta pesetas la docena de ejemplares, cuyos pesos oscilaban entre uno y tres kilos.

La época de la pesca varía, como es lógico, con la de su entrada en los ríos, dependiendo de la temperatura que tengan las aguas de éstos. El sábalo suele pescarse de marzo a mayo. Durante la primera época, cuando la entrada la hacen de noche, se les pesca con trasmallo, que después es sustituido por otro arte llamado aljerife.

Así como los sábalos penetran profundamente en el mar, siendo difícil pescarlos en esta época de su vida, no ocurre lo mismo con la saboga, que por alejarse menos de la costa es pescada sin interrupción durante todo el año.

EL BOQUERON

(*Engraulis encrasicolus*, fig. 238)

El boquerón pertenece a la familia de los engraulidos, próxima a la de los clupeidos, a la que pertenecían la sardina, el espadín, arenque, alacha, sábal y saboga, previamente citados.

Tiene el cuerpo alargado, más esbelto que el de los clupeidos; poco comprimido y con la superficie ventral no aquillada. El rostro es muy prominente, por lo que la boca es algo infera. La longitud de la boca es muy grande, sobrepasando mucho la comisura bucal al borde posterior del ojo. Aleta dorsal corta, de forma trapezoidal, y la anal, aunque menor que la dorsal, mucho mayor que en los clupeidos, sobre todo mucho más alta.

El boquerón es, como los clupeiformes, especie gregaria, que forma enormes bancos. Hace vida pelágica, pero frecuentemente se acerca al litoral, pudiendo penetrar en las desembocaduras de los ríos con las mareas ascendentes, lo que prueba que, como en el caso de la sardina, no es, ni mucho menos, tan estenohalino como se pensaba.

Se encuentra en el Atlántico, desde Noruega a la costa occidental africana, y en el Mediterráneo, y es frecuentísimo en nuestro litoral, donde se le conoce también con los nombres de anchos, bocarte, ele-droc, etc.

Alcanzan tallas que sobrepasan ligeramente la veintena de centímetros.

La reproducción se verifica principalmente entre junio y julio, con grandes variaciones, según los años, y en aguas de unos 20 a 22 grados de temperatura. Los huevos, muy numerosos, ofrecen la particularidad rara en los peces de no ser esféricos, sino ovalados. Como los de la sardina, son flotantes y se encuentran mezclados con el plancton.

Comienzan a encontrarse en primavera, perdurando en el plancton hasta septiembre, lo que demuestra que la puesta de esta especie es también muy dilatada. La incubación dura de dos a tres días, y las larvas difieren bastante de los adultos, aunque se reconocen en seguida por las dimensiones enormes de su boca. Son completamente transparentes, hasta alcanzar los 40-45 milímetros de longitud. Son pescadas entonces en enormes cantidades con redes especiales, los boliches, y vendidas,

por cierto, como etchanquetas, con los que no tienen nada que ver, peces típicos de determinadas regiones mediterráneas, como Málaga y Baleares, donde los chanquetes son estimadísimos y alcanzan elevado precio, por lo que la pesca y venta de las larvas de boquerones, aparte del perjuicio grave que para la pesca supone, es un auténtico fraude.

El boquerón es, como la sardina, un pez migrante. Los adultos se acercan a la costa para realizar la puesta, alejándose posteriormente de ella. En la fase juvenil, los boquerones, formando grandes bancos, nadan por las cercanías del litoral en busca de alimento, coincidiendo con el verano, fecha en que son capturados por las jábegas.

Al llegar el invierno y con el comienzo del proceso de maduración sexual, los boquerones dejan la costa, adentrándose en el mar, donde encuentran aguas más templadas que las litorales, para lo que también se van a mayores profundidades que las superficiales costeras.

Al llegar la siguiente primavera, vuelven a la superficie y comienzan la migración genética hacia la costa, iniciándose de nuevo el ciclo.

La pesca se verifica por los mismos procedimientos que los utilizados para la de la sardina.

SUBORDEN SALMONIFORMES.

Clupeiformes, provistos de una segunda aleta dorsal de consistencia adiposa. Sin órganos luminosos. Ovarios sin oviductos; los huevos, antes de salir al exterior, caen en la cavidad general del cuerpo. Huevos no flotantes.

Entre las diversas familias que integran este suborden, casi todas ellas eminentemente marinas, sólo nos interesa, desde el punto de vista económico, la de los salmonidos, que es precisamente la menos marina, puesto que sus especies son principalmente fluviales. Pero entre ellas hay algunas, como los salmones y las truchas marinas o reos, que comparten su vida entre los ríos y el mar y que alcanzan un gran valor económico, si no en nuestro país, donde no abundan mucho, sí en otros más nórdicos, como en Alaska, por ejemplo, donde la pesca del salmón es una de las más importantes industrias extractivas.

EL SALMON
(Salmón solar, fig. 239).

Este pez, famoso por la excelencia de su carne y por sus curiosas migraciones de los ríos al mar y viceversa, es una de las especies de la familia de los salmónidos.

Es la de los salmónidos una familia en la que su enorme adaptabilidad al medio ambiente le ha permitido adoptar una serie tan grande de formas, que su separación en especies es muy difícil, y al lado de autores que opinan que éstas son muchas, se encuentran otros que creen son muy pocas, pero con formas de adaptación muy variadas.

El tamaño de sus individuos está íntimamente ligado a la cantidad de agua en que viven normalmente. Así, los salmones que lo hacen en el mar, llegan a alcanzar más de un metro de longitud, mientras que las truchas que viven en los ríos son más pequeñas, siéndolo aún más las que habitan en los riachuelos.

En cambio, las que viven en los lagos llegan a adquirir tamaños mucho mayores que las que lo hacen en los ríos.

También el color varía con relación al medio, aunque sea muy parecido para todos los individuos jóvenes. Las grandes masas dan lugar a colores oscuros en el dorso y plateados en los flancos, propios del salmón, y así las truchas del lago de Sanabria pueden clasificarse, en lo que a su color se refiere, como truchas asalmonadas, mientras que en los ríos los colores son más vivos y abigarrados, como ocurre en todas las variedades de truchas conocidas.

Los salmónidos tienen la particularidad de realizar migraciones reproductoras, marchando del río al mar los salmones, y de la parte alta de los ríos a la baja o al mar, pero sin alejarse mucho de la desembocadura, las truchas.

El salmón es un pez que en tiempos pasados fué frecuentísimo en gran parte de los ríos de España, llegando incluso hasta el Duero y quizá más al sur.

Siendo peces que necesitan aguas muy limpias y aireadas, y cauces abiertos a su paso hasta las mismas cabeceras de los ríos, no es raro que vayan desapareciendo, ya que la industrialización hace que el medio no sea propicio, bien por las presas que les impiden el paso a las

partes altas de los ríos, bien porque los productos de desecho de las industrias empobrezcan las condiciones vitales del agua, bien porque el hombre haya destruido los lugares de puesta, en su afán de ganar constantemente terreno al río. Así, hoy día son muy pocos los ríos donde se pescan salmones y cada vez en menor número.

Son excelentes nadadores, de cuerpo fusiforme, típicamente abdominales, es decir, con las aletas ventrales muy retrahidas en el perfil ventral del cuerpo y con dos aletas dorsales, de las que la segunda, denominada adiposa, es de consistencia carnosa y está desprovista de radios.

Su talla llega a alcanzar en casos especiales 150 centímetros, habiéndose medido uno excepcional de 160.

A medida que crece es característico que se les vayan encorvando las mandíbulas, de forma que llega un momento en que quedan en contacto únicamente por las puntas.

Los salmones pasan la mayor parte de su vida en el mar, pero desconociéndose en absoluto a qué parte y a qué profundidad del mismo se dirigen, ya que jamás se ha pescado ninguno en él, a no ser en las proximidades de la desembocadura de algún río.

Durante su estancia en el mar, dedicados al acúmulo de reservas, adquieren una coloración típica, azul verdosa, oscura en el dorso y plateada en los flancos.

Llegado el momento en que se aproxima la reproducción comienzan a dirigirse a los ríos, penetrando en ellos principalmente de enero a junio, sin que esto quiera decir que la entrada no deje de hacerse durante el resto del año; pero es mucho mayor en dichos meses.

Al llegar a la desembocadura de los ríos se detienen, no marchando inmediatamente río arriba, permaneciendo durante el día escondidos en los pozos y entre las piedras, aprovechando las noches para ir ganando camino hacia las cabeceras de los ríos, momento apropiado para pescarlos, por estar entonces repletos de reservas grasas.

Desde el momento que entran en los ríos dejan de alimentarse, de tal modo que su tubo digestivo llega a sufrir un comienzo de degeneración. Viven exclusivamente de sus reservas, que emplean ade-

más para elaboración de sus productos sexuales.

El hecho de que, a pesar de no alimentarse en esta época de su vida, los salmones acudan a los cebos, puede explicarse como una costumbre adquirida.

Poco a poco se dirigen hacia las cabecezas de los ríos, sin que sirva a detenerlos los obstáculos. Llegados a una cascada saltan por encima de ella de una manera verdaderamente inverosímil, teniendo en cuenta que han de vencer a un mismo tiempo el desnivel de la cascada y la fuerza de la corriente, que tiende a arrastrarlos hacia el mar.

Pero el instinto de la reproducción es tal, que ellos marchan constantemente río arriba, insistiendo en su intento de salvar los obstáculos que se les presentan. Así, se da el caso de que ante un salto de agua insuperable, un salmón no ha dejado de intentar salvarlo hasta morir agotado por los esfuerzos.

Este gasto enorme de energías va gastando sus reservas grasas, llegando a consumirlas. El organismo echa mano entonces de la musculatura del pez, que enflaquece poco a poco. Su coloración marina se va perdiendo, y los colores verde y plateado dan paso a tonalidades rojizas.

Pero el consumo de energías continúa, y agotadas también las reservas musculares, el salmón, lo mismo que los barcos de las novelas en los que, agotadas las reservas de carbón, se quema la obra muerta, utiliza la suya y sus escamas se corroen por los bordes, consumidas por el instinto reproductor que lleva al pez, sin pararse ante nada, a los lugares en que ha de reproducirse.

Estas corrosiones quedan para siempre patentes en las escamas, aunque después, en el mar, vuelvan a depositarse capas de sales calizas a su alrededor y constituyen las llamadas emarcas de puestas que nos dirán, al observarlas, cuántas veces se ha reproducido el salmón al que la escama pertenece.

Llegados al lugar de reproducción, en fondo rocoso, con poca profundidad y

aguas muy movidas y oxigenadas, se verifica la puesta de huevos y su fecundación.

Los salmones, agotados por el esfuerzo realizado, son arrastrados por la corriente, muriendo en su mayoría, pero pudiendo volver al mar, donde repondrán sus pérdidas, regresando de nuevo al río a reproducirse nuevamente. En algunos casos se ha llegado a verificar incluso tres emigraciones reproductoras en un mismo individuo.

Los huevos tardan unos dos meses en germinar. Las larvas, que reciben el nombre de alevines, llevan al nacer adherida al vientre una bolsita, con las reservas alimenticias del huevo, que con su peso les mantiene pegadas al fondo.

Viven a sus expensas durante unos dos meses. Tienen colores oscuros, que poco a poco se transforman, pasando el dorso a azul y apareciendo unas manchas en sus flancos. Reciben entonces el nombre de epínotos o esguines.

Comienzan a alejarse de los lugares de nacimiento, pero sin separarse mucho de ellos, iniciándose la marcha definitiva al mar, principalmente en el mes de marzo. En esta marcha se detienen a veces en las pozas de los ríos, saltando con frecuencia fuera del agua para capturar los insectos que vuelan sobre ella.

Una vez en el mar, se internan en el mismo, sin saberse a dónde marchan, pero sin alejarse seguramente del río, puesto que está comprobado que, por lo menos algunos salmones, vuelven a reproducirse al mismo río en que nacieron, pues algunos a los que previamente se les habían hecho marcas especiales, han sido pescados, a su regreso, en el mismo río en que se les marcó.

Próximo al salmón, se encuentran las truchas, para las que podrían hacerse análogas consideraciones que para éste, con la excepción de que sus emigraciones son de menos envergadura.

La trucha marina llega al mar, pero se aleja muy poco de la desembocadura del río, y las de río no salen ya del mismo.

CAPITULO XXVII

2.º ORDEN ANGUILIFORMES.

Cuerpo muy alargado, más o menos parecido al de una anguila. Casi siempre sin escamas, o con ellas rudimentarias, embutidas en la piel, e invisibles a simple vista. No hay radios espinosos en las aletas. Las pelvianas faltan siempre. Aberturas branquiales pequeñas. Las nasales, que suelen ocupar su posición normal, pueden estar en el mismo borde de la mandíbula superior.

Pertenecientes al orden de los anguiliformes, hay diversas especies que interesan desde el punto de vista pesquero, como ocurre con el congrio (*Conger conger*, fig. 241), la morena (*Muraenopsis helena*, fig. 242), y la anguila, que estudiaremos con más detalles, por las particularidades interesantes de su biología.

LA ANGUILA

(*Muraena anguilla*, fig. 243).

Es un pez de cuerpo alargado, casi cilíndrico, con la aleta dorsal unida en el extremo del cuerpo con la anal, constituyendo entre ambas la caudal. No existen aletas ventrales. Las aberturas branquiales externas son muy reducidas. Las escamas están incluidas dentro de la piel, que está cubierta por un mucus muy escurridizo. La mandíbula inferior es un poco más larga que la superior. La boca llega casi hasta el borde posterior del ojo. Perteneciente también la anguila al grupo de peces que comparten su vida entre el mar y las aguas dulces.

Fué siempre una cuestión muy discutida la del nacimiento de las anguillas, hasta que las investigaciones de varios naturalistas, principalmente del danés Schmidt, han puesto en claro este problema.

Estos peces realizan su desarrollo individual en las aguas dulces de los ríos o de las lagunas litorales. Llegado el momento de su madurez sexual, se dirigen

al mar, donde inmediatamente descienden a grandes profundidades, lo que quizá sea el motivo de que en él no haya sido capturado jamás ni un solo ejemplar.

Se desconocía en absoluto a dónde iban a realizar la puesta, hasta que se ha localizado este lugar para todas las anguillas de Europa, África y América, en el mar de los Sargazos, en las proximidades de las islas Bermudas, a unos mil metros de profundidad y 7º de temperatura. En estos lugares se pescaron unos animalillos pequeñísimos, que resultaron ser las larvas de las anguillas, que a partir de esta localidad y separándose de ella, aumentaban de tamaño, lo que demostró que el centro de dispersión era el citado.

Estas larvas que nacen en la primavera, reciben el nombre de *Leptocefalos*, y no recuerdan en absoluto, por su forma, al animal adulto. Tienen aspecto de hoja alargada y aguzada en los extremos, con la cabeza muy pequeña, provista de agudos dientes y cuerpo casi completamente transparente, hasta el extremo de que no se ve de ellas casi nada más que los ojos, el tubo digestivo y el corazón.

A medida que van creciendo, se acercan a la superficie del mar y, empujados por la corriente del golfo, emprenden su marcha hasta llegar frente a las costas europeas y africanas. En este viaje, que dura unos dos años, se verifican cambios notables en la forma de la larva, al perder su forma aplastada, transformándose en cilíndrica, acortándose incluso su longitud y adoptando la forma del adulto en miniatura, recibiendo entonces el nombre de *anguila*.

Llegadas a las cercanías de la costa, comienzan la entrada en los cursos de agua dulce, verificándose principalmente por la noche y haciéndolo en tal número, que a veces forman verdaderos cordones gelatinosos en las márgenes de los ríos.

En las aguas dulces adquieren inmediatamente la coloración característica de los adultos, dejando de ser transparentes.

tes, y remontan aguas arriba hasta llegar a lugares apartadísimos de la costa.

Sus aberturas branquiales reducidas, evitan una rápida desecación de las branquias, lo que les permite abandonar el agua para trasladarse por tierra desde un curso de agua a otro.

Es un hecho muy notable el de que las anguillas nadan con la misma facilidad hacia adelante que hacia atrás.

Para su desarrollo en las aguas dulces, vamos a referirnos a las anguillas de la Albufera de Valencia, donde los pescadores han hecho observaciones y dado nombres que concuerdan perfectamente con la biología del pez.

En cuanto la anguila se transforma en anguilla, comienza a alimentarse con la voracidad que les es característica; comen de todo: insectos, moluscos, crustáceos, peces e incluso aves si caen en su poder. A estas anguillas, cuya principal misión consiste en alimentarse, les dan el nombre de pasturas. Tienen color verde en el dorso y amarillo en el vientre, y su estómago contiene siempre alimento.

Llegado un determinado momento, el color del vientre comienza a volverse plateado, el dorso se oscurece, los ojos se agrandan (señal de que el animal se prepara para dirigirse a los grandes fondos oceánicos) y deja de alimentarse. Reciben el nombre de anguillas mareas y se van acercando a las desembocaduras de los ríos para alcanzar el mar.

Los pescadores de la Albufera saben que su estómago no contiene alimento, es decir, que en esta especie, lo mismo que en otras, como el sábalo, salmón, etc., en el momento de iniciarse la migración reproductora, el pez deja de alimentarse, no teniendo más preocupación que la reproducción.

Estas anguillas, ya maduras, al llegar al mar, inician su marcha hacia las Bermudas, para volver a comenzar el ciclo.

La sexualidad se manifiesta en el segundo año de adulto, y en este mismo año se reproducen, alcanzando entonces los machos la talla de 25 a 35 centímetros, y las hembras de 40 a 50. Estas últimas llegan a sobrepasar el metro, mientras que los machos no suelen pasar de medio.

Aún distinguen los valencianos otro tipo de anguilla, las llamadas *márfinas*, que ad-

quieran tamaños y pesos extraordinarios. Se trata de individuos que no habiendo podido volver al mar por cualquier circunstancia, han continuado creciendo indefinidamente.

En algunos países de Europa, principalmente Italia y Alemania, la anguilla es muy apreciada; mas no ocurre así en España (a pesar de encontrarse representada en toda su extensión), salvo en la costa levantina, y principalmente en Valencia.

Su régimen biológico ha determinado las condiciones de su pesca, principalmente en las lagunas litorales, como la Albufera en España y las lagunas de Comacio, en Italia, donde, y principalmente en estas últimas, se habla de verdaderas siembras de anguillas y recogidas de anguillas, pues hasta a los estanques les dan el nombre de escampas.

Así, en la época en que se produce la entrada de las anguillas, se abren las compuertas que ponen en comunicación las lagunas con el mar, entrando las anguillas en cantidades ingentes. Una vez dentro, se cierran dichas compuertas, y las anguillas comienzan a desarrollarse.

Llegado el momento de la marcha al mar, se dirigen hacia las comunicaciones de la laguna con él, pero allí se encuentran con una red en forma de ratoneras, que reciben el nombre de *butrones*, con las que son capturadas.

Las anguillas pescadas, aprovechando la circunstancia de que en esta época no se alimentan y que esta falta de alimentos no se supone una pérdida de peso inmediata, son conservadas, dentro de recipientes especiales, durante bastante tiempo, en espera de ser consumidas.

Este hecho hace que las anguillas destinadas a este fin sean sólo las mareas y no las pasturas, ya que éstas, en proceso de desarrollo y con necesidad de alimentarse constantemente, no resistirían la cautividad.

Esta pesca, que en Valencia se verifica, pero sin objeto de una explotación especial, podría dar lugar a una gran riqueza si se organizase adecuadamente, dadas las inmejorables condiciones que tienen la Albufera de Valencia y otras análogas para el cultivo de la anguilla, realizando una explotación del tipo de la que efectúan los italianos en las lagunas de Comacio y en otras de la región veneciana.

Teleosteos con la vejiga natatoria variablemente desarrollada y generalmente sin conducto neumático. Los radios de las aletas pueden ser todos blandos y segmentados, pero también puede haber radios espinosos en las aletas dorsales, anal y ventrales. Aletas escapulares insertas cerca del perfil ventral del cuerpo o en los flancos. Las ventrales, cuando existen, colocadas a nivel posterior del de las pectorales, aunque a veces muy cerca de éstas y frecuentemente con un radio espinoso, y cinco o menos, blandos. A veces con dos dorsales, la primera de ellas con radios espinosos. Nunca hay aleta dorsal adiposa.

La serie comprende numerosos órdenes, de los que nos interesa solamente el de los mugiliformes.

ORDEN MUGILIFORMES.

Cuerpo de proporciones normales o algo alargado. Recubierto de escamas cicloides. Dos aletas dorsales, la primera de ellas con radios espinosos. Pelvianas en posición abdominal, pero algo adelantadas; con un radio espinoso y cinco blandos. No hay conducto neumático.

El orden está integrado por tres familias: las de los aterinidos, mugilidos y esfirénidos. En las tres hay especies que interesan desde el punto de vista pesquero, como los pejerreyes (*Atherina presbyter*, fig. 244) en la primera; los espetones (*Sphyrna sphyrna*), en la tercera, y las lisas en la segunda, siendo estas últimas las más importantes del orden desde el punto de vista pesquero, puesto que son objeto de una pesca especial, la de las encafizadas, una de las pocas formas de la piscicultura marina existentes en el mundo y que se practica en España, en el Mar Menor.

En nuestro país existen varias especies de lisas: el cabenado o pardete (*Mugil cephalus*), el morruguete (*Mugil ramada*, fig. 245), el galupe (*Mugil auratus*, fig. 246), la gálida (*Mugil soliens*, fig. 247) y la lisa (*Mugil proenalis*, fig. 248). Nos referimos a continuación a ellas en general, puesto que sus particularidades biológicas y las de la pesca son muy similares para todas ellas.

Se las conoce por los nombres vulgares siguientes: lisa, mujol, cabenado, albur, capitón, galupe, gálida, corcón y otros.

Se encuentran repartidas por todo el litoral español, siendo peces que pueden vivir en las aguas salobres, donde se verifica parte de su desarrollo, es decir, que comparten su vida entre las aguas del mar y las dulces o salobres de las lagunas litorales o estuarios.

Son peces alargados, provistos de dos aletas dorsales muy claramente separadas, la primera de ellas provista de cuatro radios espinosos, con las aletas ventrales colocadas en posición abdominal, pero ya avanzada, más o menos próximas al nivel de inserción de las pectorales. A veces, sin dientes. De dorso oscuro y flancos plateados. Talla muy variada, pudiendo alcanzar más de un metro de longitud.

El régimen alimenticio de las lisas es muy variado. Las hay herbívoras, que se alimentan de brotes de algas, pudiéndose citar como curioso el hecho de que el corcón, especie que carece de dientes, aprovecha la disposición especial que presenta un huesecillo, colocado debajo del ojo, que goza de gran movilidad, para cortar con él los brotes vegetales que ha de utilizar como alimento.

Otros se alimentan de pequeños animalillos, pero lo más frecuente es que las lisas injieran gran cantidad de fango, al objeto de aprovechar como alimento la materia orgánica contenida en el mismo. Basta hacerlas una incisión en el estómago para que inmediatamente fluya el ceno que constantemente llena.

Puede decirse que las lisas se alimentan de toda clase de materia orgánica.

Son peces frequentísimos en todas nuestras costas, y magníficos nadadores, que marchan formando bandas que con frecuencia saltan fuera del agua.

Las lisas, que comparten su vida entre las aguas del mar y las dulces, tienen el ciclo vital opuesto al de los sábalo, esturiones, etc.; es decir, que pertenecen al tipo de la anguila, pues realizan su desarrollo individual en las aguas dulces, para ir a reproducirse al mar, siendo esta circunstancia, como veremos más adelante, la que se ha utilizado para la explotación de su pesca.

La puesta parece verificarse exclusivamente en el mar, aunque dadas las condiciones de salinidad de determinadas lagunas litorales, puede ocurrir que en éstas también se realice.

Llegado el momento en que las lisas maduran, han de proceder a la puesta y se dirigen al mar. Ahora bien ya en otros capítulos hemos explicado cuáles eran los agentes que estimulan a los distintos peces para alcanzar los lugares de puesta. En unos casos, la salinidad del agua, en otros la temperatura, han sido los factores que han intervenido en las migraciones. No ocurre así en las lisas, que se muestran en absoluto indiferentes ante temperaturas y salinidades muy variadas, tanto más cuanto que las condiciones de una y otra suelen ser en las lagunas litorales tan semejantes a las del mar, que no podrían influir para atraer a las lisas en sus migraciones.

La explicación de esta migración se ha encontrado en el hecho de que cuando las lisas la realizan, lo hacen contracorriente, cuando las aguas del mar que entran en las lagunas son más ricas en oxígeno que las de éstas.

Es fácil de comprender que en un momento en que los últimos procesos de la maduración sexual se están produciendo, la actividad vital aumente, y, por consiguiente, la necesidad de oxígeno del individuo, por lo que éste, atraído por la mayor riqueza en este gas que le ofrece las aguas del mar, sea atraído para realizar la puesta.

Ahora bien, si esta necesidad de oxígeno explica la marcha de las lisas al mar, no lo hace muy bien, por el contrario, respecto a la migración de retorno, ya que las lisas, acostumbradas a vivir sobre fondos fangosos, pobres en oxígeno, demuestran que es excepcional su avidez por dicho gas.

La marcha al mar se verifica en el verano y principios de otoño, depositando en él huevos flotantes, que pueden ser arrastrados por las corrientes a las lagunas litorales, naciendo en este caso directamente en ellas las crías.

De todas formas, la mayoría nace en el mar, al que abandonan muy pronto para marcharse a las aguas salobres o dulces a finales de invierno y principios de primavera, tanto en lo que se refiere a los adultos como a los recién nacidos.

El crecimiento puede ser muy rápido, alcanzando la talla de unos veinticinco centímetros al cabo de un año. Asimismo, la madurez sexual puede ser alcanzada, en alguna de las especies de lisa, dentro del primer año.

Es muy frecuente ver a los juveniles nadar en los puertos, en formaciones perfectas, y realizar sus cambios de dirección con verdadera precisión, recordando las maniobras de un regimiento perfectamente adiestrado.

Las lisas cuya carne es excelente, son objeto de intensa explotación, sobre todo en Mar Menor, donde han dado lugar a una pesca típica: las encafizadas.

Es frecuente, sin embargo, que las lisas tengan algo de sabor a cieno, sabor que, al decir de los pescadores, desaparece espurgándolas; es decir, teniéndolas antes de consumirlas en estanques limpios.

Esta es, según dicen, la causa de que las lisas de las encafizadas sean las de mejor calidad, pues han tenido tiempo de purgarse, aunque esto se deba probablemente, como dice Lozano Rey, a que las lisas de encafizadas se pescan, precisamente, en el momento de su madurez sexual, es decir, cuando están repletas de reservas alimenticias.

Se pescan en los ríos y puertos con aparejos de caña, utilizando como cebo migas de pan amasadas con sardinas saladas o con gusanos.

Cuando se pescan con red hay que cuidar de que no falte ni una sola malla, puesto basta que una lisa se escape para que inmediatamente sea seguida por las demás, sin que quede ni una sola en la red.

Además, incluso saltan por encima de la reínga de la red, para evitar lo cual los pescadores colocan una segunda, rodeando a la primera, y que recibe el nombre de esaltadas.

El procedimiento de pesca más notable es, sin duda, el utilizado en Mar Menor y que recibe el nombre de encafizadas, instalado en los canales que unen a dicho Mar Menor con el mar abierto.

Estos canales están interceptados por una encafizada, llamada travesía principal, de la que parten hacia el interior de Mar Menor otra serie de encafizadas perpendiculares a ella, llamadas encafizadas secundarias.

Ambas permiten el paso desde el mar a la laguna, a las crías, pero nunca a los adultos.

Dependiendo de estas travesías, se encuentran dos tipos de trampas, destinadas a la captura de las lisas adultas, las aparanzas y los ecorrales.

Las primeras, dependientes de la travesía principal, son series de compartimientos de encañizada, comunicados unos con otros por puertas en forma de ratonera, en las que es fácil entrar, pero muy difícil salir, y que terminan en una última denominada cámara de la muerte, en donde se recoge la pesca.

Los corrales son cercos de red, dependientes de las travesías secundarias, provisto de una saltada para recoger a las lisas que intentan escapar saltando.

En la época en que las lisas jóvenes vienen del mar, pueblan el Mar Menor, pasando por entre los intersticios de las encañizadas.

Llegado el momento de la puesta, cuando se dirigen al mar, encuentran su camino interceptado por la encañizada, que ya no les permite el paso, y buscando la salida van cayendo en los corrales y aparanzas, donde por fin, son capturadas.

SERIE PISOCLISTOS.

Velja natatoria variablemente desarrollada y siempre sin conducto neumático, salvo la excepción del estorno (*Scomber colias*). A veces sin velja natatoria. Los radios de las aletas pueden ser todos segmentados y blandos, como ocurre con los pleuronectiformes y los gádidos, pero es frecuente que existan verdaderos radios espinosos, rígidos e indivisos, en los orígenes de las aletas dorsal, anal y pelvianas. Cuando hay dos dorsales, la primera es eminentemente espinosa. Aletas ventrales con un radio espinoso y cinco blandos, salvo excepción. Las pectorales insertas casi siempre en plenos flancos. Las ventrales ocupan posiciones muy diversas, pero casi siempre torácica o yugular, nunca más atrás, pudiendo también faltar en algunos casos, como en el pez espada.

La serie comprende a cuatro subseries, que se caracterizan por la posición o características de las aletas, o por la simetría del cuerpo. Son estas series las siguientes:

1.ª SUBSERIE TORÁCICAS.

Las aletas pelvianas en posición torácica, es decir, poco más o menos debajo de las escapulares o pectorales. Tienen un radio espinoso y cinco blandos.

2.ª SUBSERIE YUGULARES.

Con las aletas pelvianas insertas en posición muy avanzada, por delante del nivel de inserción de las escapulares o pectorales. El número de sus radios puede reducirse hasta uno solo, y frecuentemente a tres, que son flexibles, e incluso filamentosos.

3.ª SUBSERIE PEDICULADOS.

Las aletas pectorales están situadas por delante de las aberturas branquiales, lo que no ocurría en las dos subseries anteriores, que las tenían en posición normal. Las aletas pectorales constan de un gran muñón basal, pareciendo cortas patas palmeadas.

4.ª SUBSERIE ASIMÉTRICOS.

El cuerpo es completamente asimétrico, teniendo los dos ojos situados en un mismo flanco, por lo que hay uno que es completamente ciego.

En cada una de las anteriores subseries hay multitud de órdenes integrados por muy diversas especies de interés pesquero. Nos referiremos a continuación a los más salientes en la imposibilidad de hacerlo con todos ellos.

1.º ORDEN ESCOMBERIFORMES.

Cuerpo fusiforme, recubierto de escamas cicloides muy pequeñas, que suelen estar incluidas en la piel y que le dan un aspecto brufido, como metálico. Aleta dorsal espinosa, generalmente separada de la blanda y susceptible de alojarse de un surco existente en la línea media del dorso. Radios anales espinosos poco aparentes. Aletas escapulares alargadas, a veces extraordinariamente largas. Frecuentemente la segunda dorsal y la anal se continúan en su borde posterior por una serie de pequeñas aletitas denominadas pinulas. Aletas ventrales en posición torácica, pero también pueden ser subventrales o subyugulares. Aleta caudal semilunar. El pedúnculo caudal suele presentar dos o más quillas laterales. Coloración frecuentemente azulada en el dorso y plateada en los flancos.

El orden comprende a cuatro subórdenes: escombrídeos, carangídeos, estromatídeos y xifídeos, todos ellos con especies de interés pesquero. Nos referiremos solamente al primero y al último, de particular importancia pesquera el primero y curioso el segundo, por sus particularidades morfológicas, que no excluyen a su interés en la pesca.

El suborden de los escombrídeos está representado en nuestras aguas por la familia de los escombrídeos, en la que se incluyen especies de la importancia económica de los atunes, bonitos, albacoras, caballas, etc., etc., de las que estudiaremos alguna a continuación.

LA CABALLA

(*Scomber scombrus*, fig. 249).

Tiene el cuerpo fusiforme y alargado, con la piel semejante a la de un metal brufido, por ser las escamas muy pequeñas y lisas. Primera aleta dorsal con radios espinosos. Separada ampliamente de la segunda, que, como la anal, va seguida de un cierto número de pinnulas. Aletas pectorales muy cortas y agudas e insertas a nivel muy alto en los flancos. Ventrals con un radio espinoso y cinco blandos. Dorso azulado verdoso y flancos plateados. En el dorso hay una serie de manchas verticales flexuosas, de color más oscuro que la tonalidad del fondo.

Las caballas son peces gregarios, que forman enormes bancos. Abundan en todo el litoral español, siendo pescados con artes de deriva o con cercos de jareta.

EL ALBACORA

(*Germo alalunga*, fig. 250).

El albacora, al que se conoce también con el erróneo nombre de ebonito del norte, es un escombrido, con el típico porte fusiforme de esta familia y que se distingue de los restantes miembros de la misma, por el enorme desarrollo de sus aletas pectorales o escapulares. El cuerpo es más robusto que el de las caballas y tiene los flancos plateados y el dorso oscuro uniforme.

Se encuentra en todas nuestras costas pero sobre todo en las del Cantábrico y Galicia, a las que llega todos los años en el verano, en una fase de su régimen migratorio, siendo entonces pescada en can-

tidades muy considerables, principalmente por medio de aparejos de anzuelo remolcado, del tipo de los curricanes, de los que cada barco arrastra varios simultáneamente, por medio de largas pértigas de longitudes variables, para que unos curricanes no se enreden con los otros.

EL BONITO

(*Sarda sarda*, fig. 251).

Cuerpo también típicamente fusiforme, pero más esbelto que el del albacora. Se reconoce muy fácilmente esta especie, por tener el dorso recorrido por una serie de bandas longitudinales oscuras, subparalelas al perfil dorsal, que se destacan con toda nitidez sobre el fondo oscuro de los flancos.

Son menores que los albacoras, aunque puedan alcanzar tres cuartos de metro de longitud. La aleta escapular es corta y las pelvianas muy pequeñas. Como en los restantes escombridos, la segunda dorsal y la anal van seguidas de las correspondientes pinnulas.

Es especie migrante y gregaria, que abunda extraordinariamente en nuestras costas y particularmente en las del sur, tanto en las suratlánticas como en las mediterráneas. Se pescan con redes de cerco y también con curricanes, no siendo raro que se capturen en número muy considerable en las almadrabas.

Muy semejantes a los bonitos son otras dos especies, también abundantes en nuestras aguas: las bacoretas (*Euthynnus alletteratus*, fig. 252) y el bonito de altura (*Euthynnus pelamys*). La primera es característica por las manchas flexuosas que recorren su cuerpo. El segundo, por las bandas longitudinales que recorren su superficie ventral.

También pertenece a esta familia una especie de menor talla, la melva (*Auris thazard*, fig. 253), propia del Mediterráneo, que se captura en cantidades ingentes en algunas almadrabas, como las de la costa norte de Marruecos.

EL ATUN

(*Thunnus thynnus*, fig. 254).

Cuerpo fusiforme, extremadamente robusto en su porción anterior. Pedúnculo caudal con tres quillas horizontales. Aleta caudal semilunar. Cabeza cónica. Man-

débula inferior más larga que la superior. Región pectoral con un brufido especial, formando el llamado *escorleteo*.

La primera aleta dorsal, muy alta en sus primeros radios, declinde rápidamente de altura. La segunda, triangular y opuesta e igual a la anal. Ventrals situadas a la altura de las pectorales. Estas, en forma de hoc, tienen una longitud aproximadamente igual a la de la cabeza.

Coloración oscura en el dorso y grisácea en los flancos y vientre, con reflejos plateados. Las pinnulas, la anal y las pelvianas, con tonalidades anaranjadas.

En España se encuentran principalmente en la región suratlántica andaluza, donde han dado lugar a una pesca y a una industria importantísima, dada su gran abundancia. También existen en el Mediterráneo.

Es uno de los peces que periódicamente realiza migraciones de carácter genético, dando lugar en estas ocasiones a que se les pique en cantidades extraordinarias.

Pero así como hay otras especies de peces migrantes a las cuales no se les encuentra más que en las épocas precisas de sus migraciones, el atún, en pequeño número, es pescado durante todo el año. Son estos individuos los llamados *atunes erráticos*, que están apartados de lo que podríamos llamar la comunidad, y que adquieren tamaños verdaderamente notables.

El atún, animal pelágico, prototipo del perfecto nadador, es un pez extraordinariamente activo, y, por consiguiente, voraz en grado sumo. Se alimenta de camariones pelágicos, conocidos en Galicia con el nombre de *spateixos*, siendo raro no encontrarlos en su estómago cuando se abren éstos. Se alimenta también de caballas y sardinias, por lo que es un activo perseguidor de sus bancos.

Los atunes viven durante el invierno en las aguas atlánticas, en zonas de una temperatura determinada, ya que son peces estenotermos, es decir, de los que no soportan cambios de temperatura. Como es natural, la repartición de los atunes depende de las temperaturas, estando regulada por sus variaciones.

Durante el período de su estancia en el océano, se produce el acúmulo de gra-

sas. Llegado el mes de marzo aproximadamente, y siempre dependiendo de las variaciones térmicas propias del mar, próxima la época de la puesta, comienza a acelerarse la elaboración de los productos sexuales. La actividad vital se acentúa y el atún necesita comenzar su migración.

Llevados por el espíritu reproductor, se reúnen en bandadas de número elevadísimo de individuos, dando lugar a las llamadas *concentraciones genéticas* e iniciando el denominado *vieje supcial*.

Durante este viaje, dominados por el instinto de la reproducción, no tienen más preocupación que la de alcanzar los lugares de puesta. Sin embargo, así como otros peces, en cuanto inician su migración de puesta, dejan de alimentarse en absoluto, no ocurre así con el atún, pero si bien se alimenta, lo hace si encuentra el alimento en su camino, no desviándose de éste para buscarlo.

Prueba de que se alimentan en esta fase de su vida, es que cuando se les pesca y se les abre el estómago, éste se encuentra a veces con alimento, principalmente el citado *spateixo*.

Llegados a los lugares de puesta, en el Mediterráneo, la verifican, pero sin que tenga lugar de golpe, ya que los productos sexuales no maduran todos simultáneamente, poniendo huevos flotantes. La puesta tiene lugar a partir del mes de junio.

Una vez verificada, los atunes se dispersan para alimentarse, volviendo otra vez al océano libre, apartándose de la costa y dando lugar a la llamada *emigración de revés*. Allí comienzan de nuevo a alimentarse y a acumular reservas hasta que llegue la migración genética siguiente.

Esta migración de retorno comienza aproximadamente en el mes de julio, durando hasta el de agosto para los individuos retrasados.

Según F. de Buen, los huevos, que, como hemos dicho, son flotantes, son arrastrados por la corriente que entra del Atlántico al Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar, llegando las larvas a la costa marroquí, donde encuentran condiciones apropiadas para su desarrollo, tanto térmicas como de alimentación lo que les permite crecer rápidamente.

Permanecen allí hasta la primavera siguiente, habiéndose pescado en las islas

Chafarinas en el mes de mayo, es decir, poco antes del año, pequeños atunes que pesan un kilo.

Emigran entonces hacia el Atlántico, uniéndose a los adultos, en espera de alcanzar la madurez sexual para acompañarlos, llegando el momento, en las migraciones reproductoras.

Como se ve, en el ciclo vital del atún hay dos migraciones: una de ida del océano a los lugares de puesta, cercanos a la costa, y otra desde estos lugares al océano, la de retorno, una vez verificada la reproducción.

Precisamente, como veremos más adelante, la industria del atún ha aprovechado estas dos migraciones para la pesca de estos peces.

Como decíamos anteriormente, hay, en lo que se refiere a la pesca, dos clases de atunes: los erráticos, individuos aislados, a veces de enorme tamaño, y los de las grandes concentraciones genéticas.

Los primeros son pescados con aparejos del tipo del curricán, es decir, poderosos anzuelos que, unidos a una lienza y con un reclamo cualquiera, como, por ejemplo, hojas de maíz, son arrastrados a gran velocidad desde un barco.

De esta forma se pescan ejemplares de enorme tamaño, que pueden alcanzar hasta mil kilos de peso.

Son, sin duda, individuos viejos, apartados de las bandadas, que, incluso, no obedecen con la exactitud de los demás a las concentraciones genéticas, voraces comedores que acuden a cualquier cebo, hecho que se utiliza precisamente para capturarlos con los aparejos citados.

Para la pesca del atún en sus migraciones genéticas se aprovecha su aproximación a la costa en busca de los lugares de puesta.

El arte empleado al efecto, utilizado, al parecer, por primera vez en España en tiempo de Guzmán el Bueno, y que ha sufrido pocas modificaciones desde entonces, es el llamado de almadraba.

Es, en síntesis, una serie de lienzos de red, que a veces tienen varios kilómetros de longitud, colocados unos paralelos a la costa y otros perpendiculares a ella, formando una serie de laberintos que tienen por objeto cortar el paso a los atunes en su decurso a lo largo de la costa y conducirlos, poco a poco, a diferentes comparti-

mientos, que van a parar, en último término, a la llamada cámara de la muerte, caracterizada por tener, además de sus costados, el fondo de red.

Una vez los atunes en la cámara referida, se procede a la levantada, que consiste en sacarlos de ella por medio de bicheros en una operación verdaderamente espectacular, y echarlos al interior de los barcos auxiliares que los conducirán a las fábricas.

A lo largo de la temporada se hacen dos pescas: la llamada de ederechos, cuando los atunes van a realizar la puesta, que es cuando mayor número de ejemplares se captura. La almadraba entonces tiene una disposición determinada, de forma que el lienzo de red exterior, llamado erabera de fueras, está orientado de forma que interrumpe el paso de los atunes.

Pasado el momento de la puesta, cuando se inicia la emigración de revés, se cambia la orientación de la rabera de fuera para cogerlos en sentido inverso; es decir, cuando vuelven de nuevo al océano, dando lugar a la llamada pesca de retorno o de revés.

El atún es una de las especies pesqueras que dan lugar a una de las industrias más fructíferas, ya que de ellos se hace un aprovechamiento que podríamos llamar integral.

Se utiliza su carne, clasificada según el lugar del cuerpo a que pertenece, para conservarla en aceite o salada. Se hacen preparados especiales con los recortes de sus carnes, el hígado y las huevas. Del hígado se extrae un aceite con un contenido vitamínico, al parecer incluso superior al de hígado de bacalao. De la cocción de su carne se extrae un primer aceite de excelente calidad. De los residuos de las preparaciones se extraen colas, un segundo tipo de aceite por presión y harinas y guanos con los últimos restos molidos.

Próximos parientes del atún, y sobre todo del albacora son el patudo (Germo obesus, fig. 255) y el rabíl (Germo albacora, fig. 256), conocidos conjuntamente con el nombre de atunes canarios. Son especies más meridionales que el auténtico atún y abundan en las costas del noroeste de África, incluidas las islas Canarias. Son objeto de pesca muy activa por parte de los pescadores canarios, que

los capturan al anzuelo y principalmente a lo largo de las costas saharianas.

El suborden de los xifídidos está representado en nuestras aguas por dos familias, la de los xifidos y la de los istiofóridos.

A la primera pertenece el pez espada y a la segunda el marlin (fig. 297), que citamos solamente a título de curiosidad, pese a su extraordinaria rareza en nuestras aguas (no se han pescado arriba de una docena de ejemplares, o por lo menos no hay constancia científica de mayor número de capturas), ya que se trata del famoso pez espada que los americanos pescan en las costas de la Florida y del Golfo de Méjico, dando lugar a una interesantísima pesca deportiva. Se distingue del pez espada común, por tener la espada cilíndrica, como un chuzo, mientras que nuestro pez espada la tiene plana y mucho más larga.

EL PEZ ESPADA

(*Xipias gladius*, fig. 298).

El cuerpo recuerda por su aspecto al de un atún, pero se diferencia, entre otras cosas, por tener la mandíbula superior prolongada en un apéndice en forma de espada, que le hace inconfundible con los demás peces. Carece de aletas ventrales.

Su robustez y musculatura le permiten, a impulsos de sus aletas, navegar continua y velozmente por la superficie de las aguas oceánicas.

El color, al igual que el de la sardina, boquerón, jurel, atún y tantas otras especies de régimen de vida similar, es de tono azul oscuro en el dorso y plateado en el vientre y flancos.

Su ferocidad es extraordinaria; ataca a los grandes cetáceos (ballenas, cachalotes y delfines) y no encuentra reparo en incitar a la lucha a los más poderosos tiburones, entablando con ellos batallas, de las que no suele salir muy bien parado, ya que los tiburones, con sus agudos y

fuertes dientes, no tardan en desgarrar el cuerpo del pez espada, que en la mayoría de los casos muere destrozado.

Pone huevos pequeños y flotantes que, como los de tantos otros peces, forman parte del plancton.

De estos huevos nacen unas larvas, muy poco parecidas a los padres, y que en su desarrollo alcanzan poco a poco la forma del adulto. Al principio tienen una sola aleta dorsal y una anal; pero más tarde, por desaparición de las porciones centrales, cada una de estas aletas se transforma en dos.

Puede alcanzar más de dos metros de longitud. Su pesca, que se realiza principalmente por medio de palangres, no está exenta de peligro y emoción. Se utilizan botes pequeños para calar los palangres, que generalmente son de extraordinarias dimensiones, llegando algunos a alcanzar la longitud de cinco kilómetros.

En el cabo horizontal del palangre, del que cuelgan verticalmente las piezcas, de tres metros de longitud, en las que van los anzuelos, se colocan, al nivel de cada una de estas últimas, una plancha de corcho, encima de la cual va un farol de petróleo o de aceite.

En el momento en que el pez espada cae en uno de los anzuelos, al procurar desprenderse de él, hace que al tirar se hunda el corcho, desapareciendo la luz correspondiente de la superficie del agua e indicando a los pescadores la captura de un ejemplar, con el que es necesario sostener una verdadera batalla para llevarlo a bordo, ya que se resiste, haciendo inauditos esfuerzos antes de rendirse.

Este procedimiento de pesca se realiza principalmente en las costas del estrecho de Gibraltar.

Su carne es de muy buena calidad. En Málaga, donde es abundantísimo, recibe el nombre de *aguja palá*. También se le conoce con los de *semperrador* y *espadartes*.

CAPITULO XXVIII

2.º ORDEN PERCIFORMES.

Fisoclistos torácicos, con el cuerpo casi siempre oblongo, algunas veces comprimido y alto. Escamas bien desarrolladas y generalmente grandes y tenoides. Con una o dos aletas dorsales. Si hay dos, la primera con radios espinosos, y si sólo hay una, con su primera porción también espinosa. Nunca hay pinnulas dorsales ni anales. Casi siempre hay tres radios espinosos en el origen de la anal. Aletas pectorales insertas en plenos flancos. Ventrals con un radio espinoso y cinco blandos. Aleta caudal generalmente escotada, aunque puede ser redondeada convexa.

El orden comprende a numerosas familias, todas ellas con especies de interés industrial. Nos referiremos principalmente a tres de ellas, las de los serránidos, espáridos y múlidos.

La de los serránidos comprende en realidad a dos, la de los serránidos auténticos, que incluye a los meros, chernes, cabrillas, serranos, etc., que sólo tienen una aleta dorsal, y la de los morónidos, a la que pertenecen las lubinas, con dos aletas dorsales.

En los espáridos se incluyen multitud de especies de interés pesquero, como los besugos, doradas, pargos, brechas, dentones, etc.

Finalmente, la de los múlidos está representada en nuestras aguas por los famosos salmónetes.

LOS SERRANIDOS

La familia de los serránidos, a la que pertenecen los meros, chernes y lubinas, en unión de otras, como la cherna, las cabrillas y los serranos, se caracteriza por la presencia de dos aletas dorsales, de las que la primera está sostenida por fuertes radios espinosos, radios que también se encuentran, en número de tres en la anal, y en el de uno en las pelvianas o ventrales.

Estas se encuentran en posición torácica, es decir, muy avanzadas en el perfil ventral del cuerpo y a nivel ya de las pectorales.

Las dos aletas dorsales, que normalmente están unidas en una sola, en la que la porción anterior correspondiente a la primera de ellas se reconoce fácilmente por sus radios espinosos, como ocurre, por ejemplo, en el mero (fig. 259), pueden estar separadas, como sucede en la lubina, pez que por este carácter y otros que afectan a la forma del cuerpo y a la biología parece separarse de las demás especies de la familia perteneciendo según algunos autores a otra distinta, la de los morónidos.

Viven preferentemente en las zonas rocosas próximas a la costa; son de colores abigarrados, y aunque eminentemente marinos, pueden penetrar en las aguas dulces, como la lubina, e instalarse permanentemente en ellas, como ocurre con otras especies de la familia, aunque esto sea excepcional.

Tienen formas macizas y robustas en general; de gran vitalidad y voracísimos comedores; suelen estar provistos de poderosos dientes. De hábitos no muy activos, pueden llegar a alcanzar tallas notables y edades considerables.

La coloración, que como decíamos, es de tonos oscuros y abigarrados, se adapta a la de los fondos en que viven; en algunos casos, como el del mero, puede ser cambiada a voluntad por la presencia de cromatóforos.

Es curioso el hecho de que alguna especie de esta familia, como los serranos y las cabrillas (fig. 261), sean hermafroditas; es decir, machos y hembras al mismo tiempo.

Se encuentran repartidos por todos los mares. En España, se pescan en toda la costa, así como en la de Marruecos y el Sáhara, donde una de las especies, el cherne de ley, es particularmente abundante.

EL MERO

(*Serranus gausa*)

Una de las especies más importantes es el mero (*Serranus gausa*) (fig. 259), pez de forma maciza y rechoncha, muy grueso, con el abdomen frecuentemente muy hinchado.

Su régimen alimenticio, carnívoro, abarca a toda clase de peces. La coloración es achocolatada, con manchas amarillas en el dorso y flancos, predominando este último color en el vientre. Como decíamos en líneas anteriores, dentro de ciertos límites puede ser variada a voluntad.

Vive casi exclusivamente en fondos coralinos o de roca, donde los artes de arrastre no pueden pescar, lo que quizá explique el que, de cuando en cuando, se pesquen por otros métodos ejemplares de talla y edades extraordinarias. Nosotros hemos pescado en la costa del Sáhara un ejemplar que sobrepasaba con mucho el metro, y cuyo peso se acercaba a los treinta kilos.

Habita en fondos de veinte a cincuenta metros, pescándosele con lienzas, trasmallos y palangres. Su carne, muy estimada, es considerada por los expertos como una de las mejores de los peces.

Los jóvenes viven mucho más cerca que los adultos del litoral, capturándoseles con frecuencia con jábegas y boliches.

EL CHERNE

(*Serranus aeneus*)

En la costa del Sáhara se pesca en gran cantidad una especie de esta familia, el cherne de ley (*Serranus aeneus*), pez de cuerpo más esbelto que el del mero, de coloración más clara, de fondo gris, con manchas más oscuras achocolatadas.

Provisto también de poderosos dientes caninos, es un voraz comedor de peces, de los que hemos encontrado de todos tipos en su estómago, en unión también de crustáceos y moluscos.

Alcanza también grandes tallas. El ejemplar mayor pescado por nosotros, media ochenta centímetros, pero pueden alcanzar, según Cadenat, hasta ochenta y seis.

Es una especie propia de aguas cálidas, que se encuentra en el Mediterráneo y en la costa occidental de África, hasta profundidades de unos cien metros.

La determinación de su edad es difícil, ya que, dada la uniformidad de la temperatura del agua en que vive, la alimentación es uniforme durante todo el año y, por consiguiente, la separación de las líneas de crecimiento de las escamas poco clara. De todas formas, parece existir un crecimiento más rápido en las hembras que en los machos, alcanzando, al mismo tiempo aquellas, tallas superiores a las de éstos.

No está tan circunscrito como el mero a los fondos de roca, frecuentando también los de arena, lo que quizá puede explicar el que se pesque más abundantemente que el mero, al caer bajo la acción de los artes de arrastre.

Como en los fondos en que viven encuentra alimento suficiente en todo momento, no realizan desplazamientos en su busca, limitándose sus migraciones a las de reproducción, migraciones que, como en los demás peces, están reguladas por las condiciones de temperatura y salinidad del agua.

La migración reproductora, de poca amplitud, parece tener lugar en la primavera, dirigiéndose hacia la costa, para volver, una vez terminada la puesta, a sus fondos habituales.

LA LUBINA

(*Morone labrax*)

Finalmente, vamos a ocuparnos de otra de las especies de esta familia, la lubina (*Morone labrax*) (fig. 260), especie también de carne muy estimada y curiosa, porque es una de las pocas especies de la familia que, aunque eminentemente marina, puede penetrar en los ríos, en los que llega incluso a las zonas no afectadas por las mareas.

Su porte general es muy distinto del de los demás serránidos, por su cuerpo más esbelto y, sobre todo, por tener las dos aletas dorsales separadas.

Su coloración, plateada con manchas oscuras, recuerda algo a la de los salmones, con los que es fácil confundirla a primera vista.

Vive en las cercanías de la costa, en fondos de arena y de roca, muy próximos al litoral, hasta el extremo de que es fácil pescarla desde la misma orilla, con largos aparejos de caña que se dejan clavados en la arena.

Realizan la puesta de mayo a agosto, al parecer en las cercanías de las desembocaduras de los ríos y en las proximidades de la orilla. Los huevos son pelágicos y miden milímetro y medio de diámetro.

Las larvas, también pelágicas en las primeras fases de su vida, permanecen en aguas libres durante el invierno, para acercarse a la orilla en la primavera.

De régimen carnívoro, se alimentan preferentemente de pequeños peces y crustáceos.

Está repartida por todo el litoral español, penetrando no sólo en los ríos, sino en las lagunas litorales, como la Albufera de Valencia, donde es muy estimada y se la conoce con el nombre de llobarro.

LOS ESPÁRIDOS

La familia de los espáridos, a la que pertenecen el besugo y la dorada, ofrecen gran número de variantes, en relación con sus diferentes tipos de vida, tanto en lo que se refiere a su dentición como a su distribución en profundidad.

Unos, de alimentación carnívora, tienen dientes en forma de incisivos cortantes; otros, también carnívoros, como los dentones, carecen de dientes molares y, en cambio, presentan caninos enormes, sobre todo algunos de ellos, hasta el extremo de que su nombre alude al gran tamaño de sus dientes; los besugos y las breças, que se alimentan como los anteriores tienen dientes pequeños y agrupados en carda; la dorada, que se alimenta de crustáceos y moluscos, circunstancia ésta que le hace ser uno de los peores enemigos de los bancos de ostras, tienen dientes molares extraordinariamente desarrollados, que le permite triturar con gran facilidad las conchas de los moluscos de que se alimenta.

Finalmente, otros espáridos de alimentación herbívora, como las chopas y las salpas, tienen los dientes finos y agrupados en carda, pero presentando la primera una serie lineal externa de pequeños dientes en forma de hoja de lanza, de punta dura y borde cortante.

Sabido es que los peces presentan un paralelismo entre tamaño de sus ojos y la profundidad a que viven, siendo mayores aquéllos a medida que ésta aumenta.

Esta variación del tamaño de los ojos

es muy patente en dos series de especies pertenecientes a esta familia.

Así, en el género *Pagellus*, al que pertenecen la herrera (fig. 262), el aligote (fig. 263), el besugo (fig. 264) y la breça o pajel (fig. 265), la herrera, que es la que vive más cerca del litoral y, por tanto a menor profundidad, tiene los ojos muy pequeños.

En el aligote, que vive más separado de la costa y a mayor profundidad, los ojos son ya mayores, tamaño que aumenta aún más en el pajel o breça, para llegar al máximo en el besugo, en el que ya son francamente grandes, y que es el que vive a más profundidad de las cuatro especies citadas.

Caso análogo ocurre con las especies del género *Dentex* al que pertenecen los dentones, las samas de pluma y los cachuchos.

El dentón (fig. 266), especie litoral y de poca profundidad, tiene los ojos relativamente pequeños. Le siguen en tamaño los de las samas de pluma (fig. 267), que vive a mayor profundidad y separación de la costa, y adquieren un desarrollo extraordinario en el cachucho, especie que se pesca hasta docientas brazas de profundidad, hecho por el cual ha sido una especie casi desconocida en los mercados hasta hace poco tiempo, pues los antiguos artes de arrastre no pescaban a la profundidad a que hoy lo hacen, y en la que, como decíamos, el tamaño de los ojos es tan extraordinario, que ha servido para denominarlos, pues el nombre de *macrophthalmus*, con que se le designa, no hace sino alusión a sus ojos grandes.

EL BESUGO

(*Pagellus centrodontus*, fig. 264).

Es una de las especies de espáridos a la que se hace objeto de más activa pesca, hasta el extremo de que ha habido años en que se han pescado más de cinco mil toneladas en las costas españolas.

Es un pez de cuerpo alto y comprimido, con color rosado típico, con una mancha negra característica en el comienzo de la línea lateral, muy clara en los adultos, pero que en los juveniles, conocidos con el nombre de «panchitos» o «panchones», no aparece hasta bastante avanzado el desarrollo.

Los ojos, como decíamos anteriormente, alcanzan un tamaño considerable.

Se encuentra el besugo en el Atlántico occidental, hasta las islas Azores, siendo España uno de los lugares en que más se pesca. En el Mediterráneo es menos abundante.

Viven preferentemente en aguas que oscilan entre salinidades del 25 al 37 por mil, lo que hace que sean menos frecuentes en este último mar citado.

A pesar de que el besugo en sus fases adultas es un pez de profundidad, no se encuentra siempre a la misma, hecho que se observa al ver que en determinados meses, como enero y febrero, se pescaba abundantemente a profundidades de 400 a 500 metros, para bajar su cantidad en el de marzo y volver a ascender en los de abril y mayo, pero en la plataforma continental a 100 ó 200 metros de profundidad.

Estos fenómenos pueden tener la explicación siguiente: sabida la preferencia de los besugos por las salinidades próximas a 35 por mil, y dado el hecho de que en invierno la plataforma continental tiene aguas con menos salinidad que la citada y con temperaturas inferiores también a las que necesitan los besugos, éstos se dirigen a los grandes fondos, donde se encuentran las condiciones preferidas.

En primavera, coincidiendo con la época de la reproducción, las aguas oceánicas comienzan a invadir la plataforma continental, siendo acompañadas por los besugos que permanecen en este momento entre dos aguas, fuera del alcance de los artes de arrastre, lo que explica el descenso en la cantidad de ellos que se pescan en el mes de marzo, tanto más cuando que su régimen alimenticio les permite vivir perfectamente independientemente del fondo.

Finalmente, las aguas oceánicas, con temperatura y salinidad adecuadas para la vida del besugo, invaden la plataforma continental y a ellas van los besugos que, cayendo de nuevo bajo la acción de los artes de arrastre, en fondos de 100 a 200 metros, vuelven a dar pescas excelentes.

Estas migraciones, que se producen a lo largo del año, tienen también manifestaciones parecidas, aunque de menor magnitud, en el curso de cada día.

Así como los adultos son peces que viven preferentemente a profundidad, estando regulada ésta por las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua (salinidad, temperatura, cantidad de luz, alimentación, etc.), los jóvenes son más independientes, viviendo además en poco fondo, en las proximidades de la costa.

Las migraciones de puesta las realizan en grupos, siendo influenciados por el conjunto de los factores citados y no por cualquiera de ellos aislados.

La reproducción tiene lugar en el Atlántico Norte, en febrero y marzo, y en el Mediterráneo, de mayo a julio.

Los jovencillos, que, como decíamos anteriormente, reciben el nombre de panchitos o pachunes, a medida que van creciendo, se dirigen a mayores fondos.

Se pescan con artes de arrastre en los grandes fondos y con nasas en la zona litoral, siendo su carne excelente.

LA DORADA

(*Sparus aurata*, fig. 268).

La dorada es una de las especies de vida más curiosa de esta familia. Es un pez de cuerpo comprimido y alto, de grandes aletas pectorales, de color plateado en los flancos y verdoso en el dorso, con unas manchas doradas típicas en la cabeza, de las que se destacan principalmente dos, una situada detrás de los ojos y otra que los une por la frente.

Es un hecho curioso el que, saliéndose de la regla general de los peces, que son normalmente unisexuales, es muy frecuente el que en las doradas se den casos de hermafroditismo, es decir, que sean machos y hembras al mismo tiempo.

Las doradas, aunque peces eminentemente marinos, pueden vivir indistintamente en las aguas salobres de las lagunas litorales, soportando perfectamente los cambios de salinidad y llegando incluso a internarse en los ríos.

Como prueba de la gran adaptabilidad a los cambios de salinidad y temperatura, por grandes que éstos sean, podemos citar el caso verdaderamente curioso, referido por el profesor Lozano Rey, y ocurrido con las doradas de la Mar Chica en Melilla.

Es sabido que la Mar Chica comunica normalmente con el mar abierto por una bocana.

Cerrada ésta en cierta ocasión, y no habiéndose dragado de nuevo la entrada, comenzó a evaporarse el agua de Mar Chica, y a bajar de nivel, ya que los aportes de agua eran menores que la evaporación, con la consiguiente elevación de la salinidad y de la temperatura.

Las especies animales, y principalmente los peces, fueron desapareciendo poco a poco, en relación con su mayor o menor resistencia a los cambios térmicos y de salinidad, hasta que llegó un momento en que no quedaron más que lisas, herreras y doradas, pero viviendo tan pobremente en aquellas aguas calientes e hipersalinas, desprovistas de todo alimento, que quedaron materialmente reducidas a los huesos y la piel.

Pero una prueba más de la resistencia a los cambios del medio, aunque éstos sean muy bruscos, es que cuando la bozana volvió a abrirse y las aguas menos calientes y salinas del mar libre entraron en la Mar Chica, mezclándose con las que allí había, las doradas resistieron perfectamente el cambio sin morir, marchando inmediatamente al mar libre, donde al cabo de varios días fueron pescadas por algunas parejas en cantidades bastante grandes.

Es más, las doradas pueden incluirse en el grupo de aquellos seres que reparten el ciclo de su vida entre dos lugares: uno el de nacimiento y reproducción, y otro el de alimentación, aunque aquí sea siempre en el seno de las aguas marinas.

Estas circunstancias, estudiadas por el profesor Roule en la laguna de Thau, han sido resumidas en un trabajo del que tomamos los siguientes datos:

Según dicho naturalista, las doradas realizan su desarrollo en las lagunas litorales, pero necesitan el concurso de las aguas marinas para que se realicen los últimos procesos de la maduración sexual.

Es fácil comprender que, en las circunstancias generales en que se encuentran las lagunas litorales, en comunicación con el mar, pero con aguas mucho más tranquilas, con fondos relativamente pequeños y, por tanto, bien iluminados, sean propicias para el desarrollo de una vida exuberante, que favorezca la de otras especies, como la de la dorada que nos ocupa.

Las migraciones de puesta de las doradas, de amplitud muy pequeña, puesto que no se trata de un cambio de aguas de salinidades muy diferentes, aunque si evidente, se verifica de finales de verano a comienzos de otoño, y están determinadas por las condiciones de salinidad, temperatura y cantidad de oxígeno disuelto en las aguas, que en este momento tienen mayor valor en las del mar y atraen hacia él a las doradas.

Las propiedades de las aguas terminan por uniformarse, pero llegado el invierno se invierten los términos, y las doradas, que ya han realizado la puesta, retornan de nuevo a las lagunas litorales.

De estos tres agentes: salinidad, temperatura y cantidad de oxígeno disuelto, el calor es el que más influencia tiene, pues el pez, que para elaborar los productos sexuales necesita una mayor cantidad de calor, lo busca en las aguas marinas.

La migración al mar no las conduce muy lejos de la costa, pues en las cercanías de ella encuentran todo lo necesario para su vida y su reproducción.

En la primavera, las aguas litorales, más caldeadas que las del mar, y enriquecidas de oxígeno por las aguas de las lluvias, son las encargadas de atraer a los juveniles a las lagunas litorales, donde inmediatamente, y en condiciones óptimas, comienza a realizarse el desarrollo individual.

Como hemos dicho al tratar del gran número de tipos de dientes que tienen las especies de esta familia, las doradas, peces eminentemente carnívoros, se alimentan de crustáceos y moluscos, estando provistas al efecto de dos pares de poderosísimos molares, situados en ambas mandíbulas, que les permiten triturar con suma facilidad las conchas más gruesas de moluscos, hasta el extremo de que son muy temidas en los parques de cultivos de ostras, donde una banda de doradas puede causar en una sola noche destrozos de extraordinaria magnitud.

Nosotros hemos tenido ocasión de ver con qué facilidad una dorada dejaba reducida a una verdadera obola a la contera metálica de un lápiz que se le metió en la boca para abrirla y verle los dientes, y esto sin hacer, al parecer, ningún esfuerzo.

EL SALMONETE

(*Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*, fig. 269).

Perteneciente a la familia de los mullidos, es uno de los peces más estimados, dado la excelencia de su carne. De cuerpo alargado y color rosado, es inconfundible por la presencia de dos largas barbillas, que parten de la parte anterior de la mandíbula inferior.

Se encuentra repartido por todo el Atlántico y el Mediterráneo.

Su coloración, en la que predominan las tonalidades rojas y no falta el amarillo, tiene la propiedad de cambiar a voluntad, pero no de una manera lenta, sino con gran rapidez. Así, es muy frecuente ver cómo recorren el cuerpo del salmonete, desde un extremo a otro, verdaderas oleadas de color, con una velocidad realmente extraordinaria.

Estos cambios de color se deben a la presencia de unas células especiales llamadas *crromatóforos*, en las que las partículas coloreadas se encuentran dispersas o agrupadas, según la voluntad del pez. Cuando están separadas, el color se diluye, apareciéndose con intensidad cuando se concentran. De esta manera, si el pez contrae todos los *crromatóforos* de color rojo, su tonalidad general será de este color, desapareciendo el amarillo, y viceversa.

Los pescadores distinguen dos clases de salmonetes, que los naturalistas también han tratado de diferenciar como distintos, aunque esa cuestión no esté totalmente resuelta.

Uno de ellos, el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*, fig. 269), de coloración muy viva, vive preferentemente en los fondos rocosos cercanos a la costa.

El segundo, o salmonete de fango (*Mullus barbatus*, fig. 269), de tonalidades más apagadas, es propio de los fondos arenosos o fangosos, más separados del litoral.

Puede adquirir tallas muy considerables, siendo mayores siempre las hembras que los machos, alcanzando hasta cuarenta y dos centímetros, mientras que éstos no pasan de los treinta y ocho.

Por el estudio de las escamas se ha llegado a determinar perfectamente su edad, habiéndose visto que la máxima de

las hembras es de nueve años, y la del macho más viejo, de once.

El régimen alimenticio varía según se trate del salmonete de roca o del de fango. El primero es carnívoro y herbívoro, alimentándose principalmente de crustáceos, que busca entre las algas, de los brotes de éstas y de pequeños pececilios, como los caboces y los pejerreyes. El de fango es eminentemente carnívoro, consistiendo su alimentación en crustáceos y gusanos principalmente, que busca en el fango o arena en que vive.

Habita en los fondos de la plataforma continental, es decir, por encima de los doscientos cincuenta metros de profundidad, pero no indiferentemente repartidos en su extensión, sino con arreglo a una disposición por tallas. Así, los mayores se encuentran por debajo de los ciento diez metros, descendiendo en tamaño a medida que la profundidad es menor.

Los individuos menores de un año se encuentran preferentemente en fondos de cien metros predominando a más profundidad los de dos años, habiéndose observado que, paralelamente a esta distribución, en las cercanías de la costa son más abundantes los machos que las hembras, que a su vez dominan en los fondos mayores.

Sin embargo, aunque esta distribución en profundidad pudiera parecer debida a la edad, la realidad es que lo que determina la profundidad a que vive el pez es su talla. Así, ejemplares en los que por cualquier causa se ha producido un crecimiento acelerado y su talla sobrepasa a la que le correspondería por su edad, se dirigen a los fondos, no donde están los que nacieron al mismo tiempo, sino a donde se encuentran los de su mismo tamaño.

La madurez sexual la adquieren generalmente a los dos años, cuando miden catorce a dieciséis centímetros de longitud pero pudiendo adelantarse y producirse dentro del primer año de su vida, si el crecimiento en talla del pez ha sido acelerado.

La puesta tiene lugar en primavera, sobre la plataforma continental y en fondos de cien a doscientos metros. Necesitándose para que se realice en buenas condiciones que el agua tenga una temperatura superior a los 9,5° y una salinidad de 35,2 por 1.000, circunstancias que

los salmonetes buscan en una reducida migración reproductora.

Los jovencillos hacen al principio vida pelágica, formando parte del plancton y tienen características distintas de las de los adultos. Su forma, en primer lugar, difiere algo de las de éstos, sobre todo en la posición de su boca; pero diferencias mayores se encuentran en el color, que es el típico de los peces pelágicos, es decir, azul intenso en el dorso y plateado en los flancos y vientre. Su alimentación consiste en este momento en pequeños animalitos planctónicos, viviendo de esa forma hasta que, alcanzados unos tres centímetros de longitud, aproximadamente en el mes de agosto, se dirigen poco a poco hacia la costa, a fondos de cinco a diez metros.

Comienza a verificarse en ellos, seguramente como consecuencia de su nuevo tipo de alimentación, el cambio de forma que ha de conducirlos a la del adulto, al mismo tiempo que la coloración típica va sustituyendo poco a poco a la pelágica, característica de su fase de vida libre, y su régimen de vida errante es sustituido por el sedentario.

Tienen un período de crecimiento muy rápido, que dura hasta el mes de noviembre; después se atarda durante el invierno, hasta llegar el mes de mayo, en que vuelve a acelerarse.

Durante el invierno, aunque no mucho, se separan algo de la costa, buscando seguramente aguas más calientes.

Después, a medida que van creciendo, se dirigen a mayores fondos, pero volvemos a insistir en que esta repartición se debe, no a la edad, sino a la talla.

El crecimiento es mucho más lento en los machos que en las hembras, siendo asimismo menor el número de machos que el de hembras, pero no porque aquéllos nazcan en menor número que éstas, sino porque así como las hembras pueden reproducirse en varios años seguidos, la mayoría de los machos mueren después de la primera reproducción.

Como decíamos al principio, la calidad excelente de su carne hace que sean objeto de activa pesca, que se realiza con trasmallos para los salmonetes de roca, y con artes de arrastre para los de fango.

CAPITULO XXIX

3.º ORDEN GADIFORMES.

Fisoclistos yugulares, con las aletas provistas exclusivamente de radios blandos y segmentados, salvo en los corifenóidos, que tienen el primer radio de la primera dorsal espinoso. La aleta caudal, cuando existe, puede ser independiente o soldarse con las porciones finales de la dorsal y de la anal.

De las dos familias que integran este orden, nos interesa la de los gádidos, que para algunos autores debe ser escindida en dos: gádidos y merluídos, estos últimos con dos aletas dorsales y una sola caudal, y aquélla frecuentemente, por lo menos en las especies típicas, con tres dorsales y dos anales.

La familia de los gádidos comprende a especies de extraordinario interés pesquero, como la merluza (que pertenecería a la familia de los merluídos), y el bacalao, el abadejo, la faneca, la bacaladilla, el merlán, etc., etc., que constituyen, como es sabido, pesquerías de las más importantes que el hombre explota, y, sobre todo, en las regiones nórdicas del Atlántico. Nos referiremos a continuación a un par de estas especies, la merluza y el bacalao, las de mayor importancia y significación.

LA MERLUZA

(*Merluccius merluccius*, fig. 276).

La merluza, uno de los peces que son objeto de más activa pesca, dada la excelencia de su carne, pertenece a la familia de los merluídos, de la que es tipo: familia muy próxima a la de los gádidos, a que pertenece el bacalao, que estudiaremos a continuación, y en la que ha estado incluida durante mucho tiempo.

Es un pez de cuerpo fusiforme, muy alargado, de color gris plateado en los flancos y más oscuro en el dorso, con la primera aleta dorsal muy corta, mientras que la segunda se extiende a lo largo de casi todo el resto del cuerpo. Ale-

ta anal también muy larga, opuesta y casi igual a la segunda dorsal. Las aletas pelvianas, extraordinariamente avanzadas en el perfil ventral del cuerpo, están ya debajo de la cabeza, en posición completamente yugular.

Tiene dientes pequeños y afilados: los de la mandíbula superior, fijos, mientras que los de la inferior pueden inclinarse hacia atrás, de forma que, facilitando la entrada de las presas en la boca, se oponen a su salida, por clavarse en ellas.

La coloración de las merluzas, que es típicamente la descrita, cambia sin embargo con la profundidad, haciéndose más oscura, aunque hay quien opina que este ennegrecimiento se puede deber a un proceso patológico.

Se encuentra repartida por todo el Atlántico y el Mediterráneo, pero alcanzando menor talla en este segundo mar.

A los ejemplares adultos que pasan del kilo de peso se les conoce en España con los nombres de merluza y pescada. A los más pequeños, con el de pescadilla, y recibiendo los muy pequeños, por lo menos en Cádiz, el de pijotas.

Son peces que están adaptados preferentemente a la vida en las cercanías del fondo, principalmente en la plataforma continental, desde los veinte metros, pero pudiendo vivir incluso hasta los mil.

Es también una de las especies que realizan migraciones periódicas de reproducción, seguidas de otras de alimentación.

La marcha a los lugares de puesta, situados en la plataforma continental, la realizan en grandes grupos. En este momento, el abdomen está completamente dilatado por los órganos sexuales, que llegan a comprimir el tubo digestivo, que, como en la mayoría de los peces migrantes en la época de la reproducción, está completamente vacío.

Esta migración la realizan influenciadas por las condiciones de salinidad y den-

sidad del agua, ya que la temperatura les afecta poquísimos.

En las merluzas, aunque rara vez, se dan casos de hermafroditismo, siendo entonces su desarrollo menor que en las normales.

Ponen un número extraordinario de huevos, que Olsen evalúa en siete millones por hembra. Son flotantes, merced a una pequeña gota de grasa que llevan en su interior. La fecundación es externa, tardando unas setenta horas en germinar, y naciendo de ellos unas larvas transparentes, de forma un poco rechoncha, que viven en los primeros días a base de las reservas de su bolsita abdominal.

Inmediatamente empiezan a alargarse y a colorearse, viviendo en forma pelágica, hasta alcanzar unos tres centímetros de longitud, momento en que abandonan este tipo de vida para acercarse al fondo, en los lugares en que viven los adultos.

Alcanzan la madurez a los dos años las hembras, y a los tres los machos, caracterizándose esta primera fase de la vida de las merluzas por un crecimiento muy rápido, en el que alcanzan hasta veinticinco centímetros de longitud.

Sigue a continuación un período que llega hasta los siete años, en el que el crecimiento se atanda en parte, para hacerse casi nulo de los siete en adelante.

Una vez realizada la puesta, es decir, acabada la migración reproductora, las merluzas inician la dispersión en busca de alimento, a fin de acumular las reservas necesarias para su crecimiento y la próxima reproducción.

Es una de las especies de mayor interés económico. Se pescan con palangres y artes de arrastre, y cada vez a mayor profundidad y más lejos de la costa, ya que la pesca intensiva las va agotando, principalmente al arrastrar los artes los fondos en que normalmente verificaban la reproducción.

Una prueba de esto puede deducirse de las experiencias que hemos oído relatar al director del laboratorio de Biología Marina de Santander, doctor Cuesta.

Por lo visto, en Santander, para pescar merluzas de tamaño grande, había que apartarse mucho de la costa y hacerlo a gran profundidad.

Habiendo conseguido la prohibición de pesca en una determinada zona, con las garantías suficientes de una buena vigilancia, al cabo de dos años las merluzas, que pudieron reproducirse y vivir perfectamente en aquel lugar, alcanzaron tamaños muy grandes en las proximidades de la misma costa, lo que demuestra la intensa dependencia existente entre el estado de los fondos y el desarrollo de determinadas especies y la necesidad que hay, si no se quiere que algunas se extingan, de tener de cuando en cuando acotadas algunas zonas de pesca, al objeto de que en ellas se verifique la reproducción de las especies interesantes.

EL BACALAO

(*Gadus callarias*, fig. 271).

Pertenece a la familia de los gádidos, próxima a la de la merluza, y está caracterizado por poseer tres aletas dorsales y dos anales. Es un pez de cuerpo largo, con el abdomen generalmente muy dilatado, aletas pelvianas en posición casi yugular y una barbilla en el extremo de la mandíbula inferior.

Vive en el mar libre, en aguas frías, en el Atlántico Norte, del que no desciende más que a las costas de Bretaña.

Son peces de una voracidad extraordinaria, que se alimentan de toda clase de animales que encuentran. Es un verdadero pez migrante, con migraciones anuales regulares de carácter reproductor.

Son extraordinariamente abundantes, formando inmensas bandadas, que efectúan, aparte de las migraciones reproductoras, otras de menor intensidad y de régimen más irregular, relacionadas con la búsqueda del alimento.

Como en otros peces, las migraciones genéticas suceden a las de alimentación, y viceversa, viviendo generalmente sobre fondos que oscilan entre los cincuenta y cien metros de profundidad.

Las condiciones del Atlántico Norte, excepcionales en lo que se refiere a la alimentación de los bancos, hace que los bacalao acudan en masas enormes, una vez verificada la reproducción.

Esta tiene lugar en invierno, entre enero y marzo, aproximadamente, siendo la causa de atracción la elevada temperatura de estos lugares de puesta, en los

que encuentran las calorías necesarias para la elaboración de los productos sexuales.

Los huevecos, muy numerosos, son flotantes y de un milímetro de diámetro. Las larvas son pelágicas. Crecen muy de prisa, alcanzando la talla de veinticinco a treinta centímetros en el primer año de vida.

El tamaño que adquieren estos peces puede llegar a ser extraordinario, alcanzando hasta dos metros de longitud y ochenta kilos de peso.

Su pesca, realizada antiguamente con aparejos de anzuelo, como el volantín y la balanza, se realiza hoy principalmente con artes de arrastre, siguiéndoles los barcos en sus migraciones a lo largo del año.

En España está representada la familia por dos especies principales: el abadejo (*Gadus pollachius*) y la faneca (*Gadus lascus*) (fig. 273). El primero, que está desprovisto de barbilla mandibular, se encuentra en la costa norte, viviendo principalmente a cien metros de profundidad. La reproducción tiene lugar de febrero a abril. Los jóvenes viven en la zona litoral, hasta alcanzar unos veinticinco centímetros de longitud, marchando después a los fondos donde hacen su vida habitual.

La faneca existe en todo el litoral español, teniendo parecidas características que el abadejo. Ambos se pescan con arrastre, y, excepcionalmente, con trasmallos y anzuelos.

4.º ORDEN PLEURONECTIFORMES.

Los pleuronectiformes o peces planos son fisoclistos, con el cuerpo completamente asimétrico. Aunque sus larvas tienen simetría bilateral durante su vida pelágica, cuando llega el momento de empezar su vida sedentaria, se depositan sobre el fondo, descansando sobre uno de sus flancos—siempre el mismo en cada especie—, y el ojo correspondiente a ese lado pasa al opuesto, originándose una deformación del cráneo, que es el origen de la pérdida de la simetría.

El cuerpo es deprimido aparentemente, pero en realidad comprimido. Las aletas dorsal y anal son muy largas, extendiéndose por todo el perfil dorsal y ventral del cuerpo y uniéndose a veces a la caudal, que no suele ser escotada, sino convexa o con el borde posterior recto.

Comprende este orden a varias familias, todas integradas por especies de gran valor industrial pesquero, y que, como decimos, son conocidas con el nombre genérico de peces planos.

LOS PECES PLANOS

Como decíamos en el capítulo de los caracteres generales de los peces, es un detalle general en ellos, como en todos los vertebrados, la existencia de una simetría bilateral, es decir, que la mitad derecha del pez, puesta sobre un espejo, reproduzca exactamente a la izquierda, dándonos en conjunto la totalidad del pez.

Pero como no hay regla sin excepción, existe un gran grupo de peces, entre los que se encuentran los rodaballo, los gallos, los lenguados, etc.; que, al menos en la fase adulta de su vida, se salen por completo de esta regla.

De todos es sabido que estos peces tienen los ojos en un lado del cuerpo, y que por una cara están coloreados, mientras que por la otra tienen un color blanquecino.

Sin embargo, no hay que confundir a estos peces planos con otros aplanados. Y así, las rayas también lo son, pero en vez de tener su aplanamiento en el sentido lateral, lo tienen en el ventral, y, lo que es más importante, sin perder su simetría, ya que la mitad derecha reproduce fielmente a la izquierda, existiendo en cada una de ellas iguales órganos y en el mismo número que en la otra.

Esta forma de peces a que nos referimos obedece a una adaptación a un tipo de vida especial. Existen peces que, dada su activa vida de nadadores, necesitan poseer una forma de cuerpo que les permita deslizarse con el mínimo esfuerzo en el seno del agua. Tienen forma de huso y son perfectamente simétricos.

Otros peces, como los que vamos a estudiar, e incluso las rayas a que hacemos referencia anteriormente, han adoptado un tipo de vida completamente distinto, adaptándose a vivir pegados al fondo, por lo que su forma se ha hecho plana, ya que no necesitan la fusiforme nadadora, pues la natación es en ellos puramente accidental.

El aplanamiento tiene, pues, en los dos casos, el mismo origen, pero sus conse-

cuencias han sido completamente distintas. En las rayas, que se han puesto en relación con el fondo por su cara ventral, los dos ojos han seguido funcionando y su posición no ha tenido necesidad de variar.

En los lenguados, rodaballos, etc., al posarse sobre uno de los lados, el ojo y las aletas del mismo carecen de finalidad, por lo que el primero se ha ido trasladando poco a poco hacia el otro lado, al propio tiempo que la aleta se ha reducido.

Esta teoría está confirmada, por la existencia de peces, como el llamado perro (*Psetodes erumei*), tan abundante en las costas de nuestras provincias del Sáhara, en los que el ojo del lado del suelo no ha llegado aún a colocarse junto al otro, estando precisamente en el borde superior de la cabeza, es decir, en el crítico momento de pasar del lado izquierdo del pez al derecho o viceversa.

Es muy curioso este pez, además, por otra circunstancia. El que un pez plano tenga los dos ojos en el lado derecho o en el izquierdo no es indiferente. Cada especie tiene un lado ciego y otro de color, característico, que, salvo raras excepciones, son siempre los mismos.

El perro, por el contrario, tiene los ojos indistintamente en el lado derecho o en el izquierdo, pero repetimos que esta particularidad es una excepción dentro del grupo a que nos referimos.

La coloración de los peces planos ofrece también características muy curiosas. El lado que está en contacto con el suelo carece en absoluto de color, presentándolo sólo, en determinadas ocasiones, en los bordes, es decir, en en aquellas porciones a las que a veces llega la luz.

Dada la escasa movilidad de que gozan estos peces, su único medio defensivo consiste en pasar inadvertidos, disimulándose en el color general del fondo sobre el que yacen.

Son peces que viven normalmente en el fango o en la arena, medio enterrados en ella por una delgadita capa de la misma, que se colocan mediante movimientos especiales de sus aletas.

Pero como esto no bastaría para hacerlos pasar inadvertidos, tienen la propiedad de cambiar voluntariamente de color, reproduciendo con perfección el fondo, e incluso los detalles del ambiente que les rodea.

Esta acomodación es tan perfecta, que para un observador poco acostumbrado pasan completamente inadvertidos. Unido esto a la escasa visión de que están dotados los peces en general, supone un magnífico medio de defensa.

Como es natural, aunque muy generalizada, esta adaptación del color tiene grados muy variados de desarrollo, pero llegando en ocasiones a extremos asombrosos. Así, en el rodaballo (*Rhombus marinus*, fig. 274), donde adquiere su máxima intensidad, se han hecho las experiencias de poner a un individuo en un acuario en el fondo del cual se había colocado un tablero de ajedrez (fig. 275).

Al principio, con relativa lentitud, el pez empezó a reproducir, bastante exactamente, los cuadros blancos y negros del tablero, y a medida que fué acostumbrándose, lo hizo con mayor rapidez y exactitud, llegando al fin a resultados realmente sorprendentes.

Es indudable que estos cambios de coloración son voluntarios y están en relación con la visión, reproduciendo el pez los colores que ve, pues en el mismo rodaballo se ha completado la anterior experiencia cortándole los nervios ópticos, y desde ese momento, es decir, cuando ya no podía relacionar sus impresiones visuales con el mecanismo del cambio de color, éste no respondía al del medio en que se encontraba el pez.

Estos peces pueden vivir en medios muy diversos. Los hay eminentemente marinos, como el perro, a que nos referimos anteriormente, los rodaballos y lenguados. Otros, como acodias, tan características de Sanlúcar de Barrameda, viven en las proximidades de las desembocaduras de los ríos. Otros, finalmente, como las platijas (fig. 278), pueden vivir incluso en las aguas dulces, reproduciéndose en el mar en verano y primavera, pero marchando después a los ríos y penetrando profundamente en ellos.

Su adaptabilidad es tal, que hay autores que aseguran que en su ascenso por los ríos, pueden llegar a los lagos e instalarse en ellos, logrando incluso a reproducirse allí sin volver al mar.

Como ya hemos indicado, la asimetría de los peces planos no se da durante toda su vida. De los huevos, que ponen en gran número y que son flotantes, nacen unas larvas perfectamente simétricas, o por lo

menos muy poco asimétricas, que no recuerdan, por su forma, a los adultos de que proceden y que hacen vida libre y nadadora, formando parte integrante del plancton marino. Llegado un momento determinado de su desarrollo, se van acercando a la costa y aproximando al fondo, comenzando a perder su simetría, al mismo tiempo que aparece, poco a poco, la forma definitiva del adulto.

Pertenecen a este grupo de peces, que son de carne excelente, y, por lo mismo, objeto de activa pesca, las siguientes y principales especies:

Los lenguados (fig. 276), gallos (fig. 277) y rodaballos, considerados entre los peces de carne más delicada y que se pescan con artes de arrastre; las acedías, que normalmente se pescan también con artes de arrastre, y que en Sanlúcar de Barrameda son objeto de pesca especial, bien con palangres de anzuelos pequeñísimos o bien en los allí famosos corrales.

El halibut de los mares del Norte, que llega a alcanzar hasta tres metros de longitud y de cuyo hígado se extrae un aceite famoso por su gran contenido en vitaminas, también pertenece a este grupo de peces.

Finalmente, las platijas, los perros y otros muchos peces planos, de carne también muy delicada, son objeto de activa pesca.

5.º ORDEN LOPHIFORMES.

Son fisoclistos pediculados, es decir, con las extremidades escapulares provistas de largos muñones basales y situadas por delante de las aberturas branquiales.

Entre las familias que integran este orden nos interesa la de los lófidos, a la que pertenece el rape.

EL RAPE

(*Lophius piscatorius*, fig. 279)

Tiene el cuerpo muy aplastado, semejante al de una raya. La primera aleta dorsal tiene sus primeros radios sueltos, sin membrana interradyal. El primero es muy largo y flexible, llevando en su punta un apéndice membranoso, que le da la apariencia de una caña de pescar, de donde le viene su nombre específico de piscatorius, radio que coloca por encima de

su enorme boca, provista de numerosos dientes, y dispuesta en cualquier momento a cerrarse, atrapando al incauto peccecillo que se acerque a ella atraído por el ceceo de la caña de pescar.

Aletas pectorales pediculadas. Las ventrales en la cara ventral del cuerpo, cuyo borde está erizado de pequeñas expansiones laminares.

Alcanzan grandes tallas que pueden sobrepasar el metro.

Son abundantes en nuestras costas, en los fondos fangosos, y son capturados con los artes de arrastre. Su forma curiosa y característica es conocida solamente en los mercados de los puertos pesqueros, pues al enviarlos al interior lo hacen decapitados, mandando solo las colas, pues aunque de la cabeza se extrae un excelente caldo, la carne en ella es escasa y no merece la pena de transportar un peso inútil.

SUBCLASE COANOICTIOS

Osteicticos con las aberturas nasales en comunicación con la cavidad bucofaríngea. Las extremidades pares son pediculadas, teniendo el aspecto de verdaderas patas. La vejiga natatoria en comunicación con el tubo digestivo, está muy vascularizada, pudiendo servir lo mismo de órgano hidrostático que respiratorio.

Es un grupo extraordinariamente arcaico, que comprende a dos superórdenes el de los dipnéos, integrados por especies dulcesacuicolas y de los crotopterigios, que hasta pocos años se creía también formado por unas escasas especies de agua dulce, pero incrementadas desde 1938 por una especie marina, el «Celacantos» (*Latimeria chalumnae*), capturada en las costas de East London, en África del Sur, por un barco de arrastre y que citamos no por su interés industrial, que carece en absoluto de él, sino porque se trata de un auténtico fósil viviente, cuya captura ha representado uno de los más importantes descubrimientos científicos de los últimos tiempos; algo semejante a lo que podría suponer el encuentro de un diplodocus, un terosaurio, o cualquier especie de aquella época, viviendo en los días actuales.

CAPITULO XXX

SUPERCLASE TETRAPODOS

Vertebrados con las extremidades de tipo quirrido. Respiración pulmonar en los adultos, y branquial en las larvas de los anfibios. Corazón con tres o cuatro compartimientos, dos aurículas y un ventrículo, o dos aurículas y dos ventrículos.

La superclase comprende a cuatro clases, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, de las que solamente tienen representantes marinos las tres últimas.

CLASE REPTILES

Vertebrados tetrápodos de respiración pulmonar, con el cuerpo recubierto de escamas córneas, de origen epidérmico, o de placas dérmicas óseas (huesos de membrana). Oviparos. Poiquilotermos, es decir, con sangre fría. Corazón con los ventrículos imperfectamente separados.

La forma de los reptiles responde a tres tipos principales: la cuadrúpeda que presentan, cocodrilos y lagartos; la también cuadrúpeda pero acorazada de las tortugas y galápagos y la forma anguiforme y ápoda de los ofidios o serpientes.

La clase de los reptiles comprende a cuatro órdenes vivientes, quelonios, rincocefalos, saúrios y crocodilios, de los que únicamente tienen representantes marinos los quelonios y los saúrios.

1.º ORDEN QUELONIOS.

Reptiles con el cráneo pequeño y sin agujero parietal en el mismo. Boca sin dientes y la mandíbula recubierta, como los maxilares, por capas córneas que forman un pico. El tronco está encerrado dentro de una coraza ósea formada por un peto y un espaldar, de huesos dérmicos, recubiertos por placas córneas de origen epidérmico. Cola generalmente corta. Patas ambulatorias o transformadas en aletas.

En la mayor parte de las especies de quelonios, tanto la cabeza como la cola pueden retraerse dentro del caparazón.

El caparazón, como decimos, está constituido por una parte ósea, soldada a los huesos del esqueleto interno, con los que en muchos casos se confunde. Estas placas óseas forman tres series, una central o neural, y dos laterales o costales. Rodeando a estas está la tercera serie, la de las marginales, que es la que sirve de unión entre el espaldar y el peto, que está formado por una placa anterior y media, el entoplastrón y otras ocho, formando dos series a cada lado, denominadas epiplastrón, hioplastrón, hipoplastrón y xifoplastrón.

Sobre estas placas dérmicas se ordenan las córneas, cuya disposición, como veremos más adelante, puede ser de yuxtaposición o imbricadas, según las especies, pudiendo existir incluso el caso de que tales placas no existan y estén sustituidas por un caparazón coriáceo continuo sin placas determinadas.

El orden de los quelonios comprende a dos subórdenes, atecos y tecóforos, ambos con representantes marinos.

1.º SUBORDEN ATECOS.

Quelonios marinos, con las extremidades transformadas en aletas y la coraza formada por numerosas plaquitas dérmicas, pequeñas y poligonales, no soldadas al esqueleto interno y recubierta no por placas córneas, sino por una piel coriácea. Peto poco desarrollado y provisto de un gran orificio en su centro. Cabeza y cuello no pueden retraerse bajo el caparazón.

El suborden está representado por una sola familia, la de los esfárgidos, la que a su vez consta de una sola especie, la llamada tortuga laúd (fig. 280) (*Sphargis coriacea* o *Dermochelys coriacea*).

Tiene el caparazón oblongo, o acorazado, con su superficie dorsal recorrida por una serie de quillas longitudinales rectas, algo dentelladas en los adultos y que con-

vergen hacia el extremo caudal. La cabeza es globosa y está recubierta de placas poligonales. El pico es córneo. La mandíbula superior presenta tres escotaduras en las que se alojan tres prolongaciones dentiformes de la inferior. La cola es corta, deprimida y apenas sobresale por fuera del caparazón.

Puede alcanzar dimensiones muy considerables y pesos que se acerquen a la media tonelada.

En los jóvenes, las quillas longitudinales del caparazón están sustituidas por series de tubérculos.

Es especie exclusivamente marina y no demasiado abundante, por lo que no se conocen bien sus costumbres. Se alimenta de peces, crustáceos y moluscos. Parecen ser muy prolífica, poniendo en cada puesta hasta unas veinte docenas de huevos.

Vive preferentemente en los mares tropicales y sólo frecuenta algunas veces los templados, por lo que solo en ocasiones puede ser capturada en el Mediterráneo. En las aguas españolas también ha sido pescada, algunas veces, pero siempre ha de ser considerada como una rareza. No tiene utilidad alguna para el hombre, salvo como pieza científica de museo.

2.º SUBORDEN TEOCÓRONS.

Son el grupo más numeroso de los quelonios. La armadura ósea del caparazón está perfectamente osificada y recubierta por placas córneas. De las diversas familias que comprende este suborden, sólo nos interesa la de los quelonidos, que es la que incluye a las especies marinas.

El caparazón suele ser largo y aplastado, más semejante en este aspecto al de los galápagos que al de las tortugas terrestres, que frecuentemente tienen el cuerpo extraordinariamente abombado. El contorno es cordiforme, más agudo en el extremo caudal que en el nasal. El plastrón suele estar reducido y tener consistencia cartilaginosa. Las extremidades están transformadas en aletas, siendo mucho más grandes las anteriores que las posteriores. Los dedos no son manifestos y cada una de las patas está dotada de una o dos uñas agudas. La cola es muy corta.

Las especies de esta familia son muy poco numerosas. Viven en alta mar, no saliendo a tierra más que en determinadas ocasiones, en la época de la reproducción, para verificar las puestas.

Desde el punto de vista de su utilidad al hombre interesan sólo tres especies que son las siguientes:

Thalasseochelys caretta (fig. 281).—Es la más frecuente en nuestras costas, teniendo muy amplia distribución geográfica. El caparazón está completamente osificado. No hay quilla media en el mismo o es poco manifiesta, pudiendo estar incluso sustituida en los adultos por una depresión longitudinal. La cabeza es voluminosa y está recubierta de escudos poligonales. Cada pata está provista de dos uñas, y a veces de una sola. La cola es muy corta. Color pardo oscuro en el dorso y amarillento en la superficie ventral. Puede sobrepasar el metro y cuarto de longitud total. Los jóvenes tienen los bordes del caparazón con dentelladuras y el dorso con tres quillas longitudinales, de las que las dos laterales desaparecen enseguida, perdurando solamente la media.

Hacen vida casi exclusivamente marina, encontrándoselas con frecuencia a distancias muy considerables de las costas. Nadan con gran facilidad, y es frecuente que se dejen arrastrar por las aguas, flotando somnolientas sobre las mismas, para buzar con gran presteza a la menor señal de peligro. Son eminentemente carnívoras, alimentándose de peces y moluscos principalmente.

La puesta, que puede tener lugar en diversos meses del año, la realizan en playas solitarias. Los huevos son blancos, con las cáscara apergamizada y la madre los deposita en oquedades que previamente prepara en la arena y que después vuelve a recubrir, abandonándolos a su suerte para que el calor solar realice la incubación.

No tiene gran utilidad, pero es aprovechada por su carne, no siendo raro verla en los mercados litorales. La concha no tiene más utilidad que la ornamental.

Son propias de todo el Atlántico, desde la latitud de las Islas Británicas al sur de Africa. También existe en el océano Índico. Parece ser rara, en cambio, en el Pacífico americano.

Se distingue fácilmente del carey porque las placas córneas de su caparazón están yuxtapuestas en lugar de imbricadas y de la tortuga franca o verde por tener el caparazón más acorazado y llevar cinco placas costales en lugar de cuatro.

Chelone mydas (fig. 282).—Es la llamada tortuga franca o verde. Se asemeja mucho a la anterior, de la que se distingue, como hemos dicho, por tener el escudo menos acorazado, más cordiforme y llevar solamente cuatro placas costales. Estas placas, como las restantes del caparazón y similarmente a la especie anterior, están yuxtapuestas, no imbricadas.

Sólo hay una uña en cada pata, que corresponde al primer dedo. La coloración es pardusca en el dorso, a veces con tendencia al rojizo, con manchas amarillentas. Cuando están debajo del agua, la coloración parece verdosa. Las partes inferiores son amarillentas o verdosas. De dimensiones similares a *T. caretta*, puede alcanzar el metro y medio de longitud, y pesos de cerca de 500 kilos.

Las costumbres son muy similares a las de la especie anterior, aunque su alimentación difiere totalmente, ya que esta es una especie eminentemente herbívora, cuyo régimen alimenticio principal consiste en las *Zosteras*, que por esa circunstancia son llamadas en ciertas localidades «hierbas de tortugas».

Pone también numerosos huevos en cada fase reproductora, número que puede llegar a los cuatrocientos. Como en la especie anterior, la hembra entierra los huevos en la arena y deja al calor solar la misión de incubarlos, lo que se verifica a lo largo de siete u ocho semanas. Los juveniles, apenas nacidos, se van al mar, donde desgraciadamente para ellos suelen ser fácil presa de diversas especies de peces y de aves marinas.

La tortuga verde es relativamente frecuente en casi todos los mares de la zona tropical y subtropical. En el Mediterráneo es completamente accidental.

Chelone imbricata (fig. 283). Es la tortuga carey. Se caracteriza por su escudo marcadamente cordiforme y recubierto de placas no yuxtapuestas, sino imbricadas y con las placas marginales formando un borde claramente dentado, rodeando al espalder.

Vive en todos los mares tropicales, siendo particularmente abundante en el Indi-

co y en el Pacífico. Es objeto de pesca muy activa, ya que se trata de la más importante de las tortugas, desde el punto de vista industrial, existiendo importantes pesquerías en el estrecho de Mozambique, en Comoras, islas Seichelles y, sobre todo, en las costas meridionales de Asia y Australia.

Es una especie de régimen alimenticio carnívoro y principalmente ictiófaga.

EL APROVECHAMIENTO DE LAS TORTUGAS

Se pescan para dos aprovechamientos diferentes: el de su carne y el de su concha. Desde el punto de vista de su carne, aunque como dijimos anteriormente también es aprovechado, el *Thalasseochelone caretta*, es la tortuga verde o franca, *Chelone mydas*, la que mayor importancia tiene y la que es buscada expresamente para ese fin. La carne puede ser consumida en fresco o desecada. Para lo primero, las tortugas son transportadas vivas a los mercados, lo que es posible gracias a la enorme resistencia de estos animales, ya que, por ejemplo, no pocas de las que se consumen en Europa proceden del Océano Índico, fuente principal de suministro de esta especie.

El consumo principal se hace en seco. La carne de tortuga, cortada en pequeños trozos, es salada ligeramente y después deshidratada. Este producto se destina exclusivamente a la preparación de la famosa sopa de tortuga.

Los indígenas de los países ribereños a los mares donde viven las tortugas, hacen también considerable consumo de los huevos de estos animales, que descubren enterrados en la arena.

El aprovechamiento de la concha está basado principalmente en el *Chelone imbricata*, el carey, que desde el punto de vista de su carne no interesa en absoluto, pues parece ser que incluso es de mal sabor.

Esto no quiere decir que no se utilicen también las conchas de las otras tortugas, pero carecen de valor, o por lo menos no lo tienen tan elevado como el de las carey.

Las placas córneas que recubren a las tortugas, que no suelen alcanzar más de dos milímetros de grosor, tienen la gran

ventaja de poder soldarse al calor y de ser perfectamente maleables, calentadas en agua hirviendo, lo que permite trabajarlas en las formas más diversas que se desee. Existen multitud de tipos de concha, que se clasifican por su color, su transparencia, etc., etc.

El procedimiento de obtener las placas es bastante violento, pues cuando la tortuga no está muerta, en cuyo caso se arrancan las placas por inmersión del caparazón en agua hirviendo, se hace en vivo, por medio de un hierro caliente, que se aplica a las placas, levantándolas poco a poco, al fundir su superficie de contacto con el caparazón duro.

Las placas así obtenidas quedan muy encorvadas, pero posteriormente se enderezan, previamente calentadas bajo presión.

2.º ORDEN SAURIOS.

Reptiles lacertiformes (en forma de lagartijas), o serpentiformes, con escamas o a veces con placas dérmicas. De los dos subórdenes vivientes, lacertidios y ofidios, solamente los segundos cuentan con algunos representantes marinos, que citamos solamente a título de curiosidad, y no precisamente por la utilidad que tengan para el hombre, sino, todo lo contrario, por ser especies extraordinariamente venenosas.

Los ofidios, caracterizados por su cuerpo serpentiforme, carente de extremidades, se dividen en diversas familias, entre ellas la de los colúbridos, en la que se distinguen tres secciones distintas: la de los esglifos, en la que todos los dientes son fuertes y carecen de surcos que estén al servicio de glándulas venenosas; la de los opistoglifos, con uno o dos dientes posteriores acanalados, en relación con glándulas venenosas, y la de los apteroglifos, en la que los dientes anteriores son los acanalados y venenosos, y a cuya sección pertenecen la totalidad de las serpientes famosas por sus venenos, como cobras, víboras, etc.

Dentro de esta sección hay una subfamilia, la de los *hídrofios*, caracterizada por poseer especies marinas, entre las que se encuentra, por ejemplo, *Hydrophis obscurus*, del mar malayo, que como las otras especies—hay una cincuenta de ellas—, pueden alejarse distancias muy grandes de la costa. En algunos lugares, como en Sumatra, Borneo y Célebes, son tan abundantes, que la pesca es peligrosa, pues

al vaciar los copos de las redes en las cubiertas de los barcos, estos ofidios, capturados a veces en grandes cantidades, ofrecen el consiguiente peligro, tanto más cuanto que pueden alcanzar tallas considerables, de hasta un par de metros de longitud, que es una talla muy respetable para un animal venenoso.

La única utilidad que pudieran prestar sería el aprovechamiento de sus pieles, de muy buena calidad y de coloraciones muy hermosas.

CLASE AVES

Las aves son vertebrados tetrápodos, recubiertos de plumas, con las extremidades escapulares transformadas en alas, estenotermos y con el corazón dividido en cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos.

La clase de las aves, extraordinariamente numerosas, y con múltiples formas de adaptación, tiene profusa cantidad de especies adaptadas, de forma mayor o menor, a la vida marina. De los veinticinco órdenes que comprende esta clase, sólo una decena, o poco más, carecen de representantes marinos. Los demás, o los tienen plenamente adaptados a la vida marina, como ocurre con las esfenisciformes (los pájaros bobos de los mares australes), con las colimbiformes (los colimbos y somormujos), las alciiformes (alcas o auténticos pingüinos, urias y frailecillos), las pelecaniformes (pelicanos), las anseriformes (patos), las lariformes (gaviotas (fig. 286) y golondrinas de mar), las procelariformes (albatros, fig. 287), o viven en dependencia del mar, en sus regiones costeras, constituyendo las llamadas aves de ribera, como ocurre con las ardiformes y las ralliformes.

Las aves más eminentemente marinas son, sin duda, las esfenisciformes, los pájaros bobos (fig. 284), puesto que incluso han perdido la característica capacidad del vuelo, y sus extremidades escapulares, transformadas en auténticas aletas, les sirven para nadar, puesto que en el agua pasan la mayoría de su vida, no acercándose a tierra más que en la época de la reproducción y en forma completamente temporal.

Siguen en orden de adaptación a la vida marina las alciiformes, procelariformes y colimbiformes, puesto que aunque ten-

gan mayor relación con la tierra, siempre viven en el mar, anidando también en las rocas de la costa y teniendo una alimentación eminentemente marina, y, por tanto, una ineludible dependencia del mar. Los restantes grupos ya no están integrados exclusivamente por especies marinas. Pero dentro de ellas son muy abundantes las lariformes que llevan este régimen de vida, y no pocas anseriformes, como algunos patos y, sobre todo, los seiders de los mares nórdicos.

En cuanto a la utilidad que las aves marinas tienen para el hombre, es ínfima desde el punto de vista de su utilización directa. Pueden citarse solamente los seiders (fig. 285), especies de patos de las regiones nórdicas, cuyo plumón, finísimo, se aprovecha para hacer los edredones, y algunos petreles que los habitantes de los países nórdicos emplean como antorchas, dado su enorme contenido

en aceite, por el simple procedimiento de quemarlos.

Su utilidad indirecta puede ser mucho mayor, y en realidad lo es, aunque en la actualidad, con la fabricación de los abonos sintéticos, se haya dado un duro golpe a la única fuente realmente de riqueza que proporcionaban las aves marinas. Nos referimos al eguanco, es decir, a las excreciones de determinadas aves marinas acumuladas de forma secular en determinadas islas de la costa pacífica suramericana, donde habitualmente habitan miríadas de estas aves, y que constituyen un excelente abono nitrogenado, que ha sido explotado de forma secular también, pero que, como decimos, desde la fabricación de los abonos sintéticos, ha perdido mucho en importancia, aunque el hecho de que siga produciéndose y esté allí, para recojerlo, sin gasto de producción alguno, es un punto en favor de su defensa y de la continuidad de su explotación.

CAPITULO XXXI

CLASE MAMIFEROS

Vertebrados tetrápodos de respiración pulmonar, con el cuerpo recubierto de pelos, homotermos. Nutrición de los jóvenes a base de la secreción de las glándulas mamarias. Casi siempre vivíparos.

Los mamíferos son animales eminentemente terrestres, y su organización está orientada en ese sentido. Por eso, las formas acuáticas de esta clase son evidentemente aberrantes dentro del tipo general de aquella organización, y se manifiestan como casos de convergencia con los otros vertebrados de vida eminentemente acuática, los peces.

Así, veremos que, en mayor o menor grado, y según también la mayor o menor adaptación, que a la vida acuática se haya producido en los diferentes grupos de mamíferos, aunque se haya conservado la anatomía interna de las extremidades, éstas se han transformado externamente en perfectas aletas en unos casos, en más imperfectas en otros. Y cómo, en unos casos, faltando la aleta caudal, son las extremidades pelvianas las que se dirigen hacia atrás para sustituiría (como ocurre con las focas), mientras que en los cetáceos, los más idóneamente adaptados a la vida en las aguas, existe una auténtica aleta caudal, complementada incluso, en ocasiones, por otra dorsal.

Como ocurría con las aves, no es raro que en los diversos órdenes de mamíferos existentes, y como casos de excepción en los mismos, existan representantes habituados a la vida marina. Tal ocurre, por ejemplo, dentro de los carnívoros fisípedos, con los osos blancos o con algunas especies de nutrias; pero en estos casos, la organización morfológica y anatómica no responde al tipo de adaptación a la vida en el seno de las aguas. Por ello nos referiremos principalmente, en este capítulo, a aquellos mamíferos eminentemente marinos, en los que se ha llegado a aquellas formas de adaptación.

De las cuatro cohortes de mamíferos que reconoce Cabrera en su clasificación (unguiculados, ungulados, pinnados y edentados) solamente interesan las tres primeras, representadas a su vez por el orden carnívoros, la primera, por los sirenios la segunda y por los cetáceos la tercera.

ORDEN CARNÍVOROS.

Son mamíferos unguiculados, es decir, provistos de uñas en forma de garras, y con cuatro extremidades. Los premolares y a veces también algunos molares, provistos de coronas cortantes, comprimidas. Incisivos siempre pequeños y los caninos muy grandes y afilados, a veces enormes.

El orden comprende a dos subórdenes, el de los fisípedos y el de los pinnípedos.

SUBORDEN FISÍPEDOS.

Con las extremidades normales, conformadas para la marcha en tierra. El primer dedo de las extremidades torácicas y frecuentemente también el de las pelvianas, notablemente más corto que los demás. Último diente premolar superior y primer molar inferior modificados en forma de hoja cortante vertical, formando la llamada «muella carnicera». Dentro de este suborden, y en la familia de los úrsidos está el oso blanco (*Thalarectos maritimus*, fig. 288), habitante de los mares de las regiones nórdicas, y que si bien no está adaptado por su forma a la progresión en el medio acuático, no deja de ser un espléndido nadador, al que no es difícil encontrar en pleno mar, muy alejado de la costa, representando uno de los más característicos casos de mimetismo, con su pelaje completamente blanco, de acuerdo con el de los campos de nieve y hielo en que vive, y de adaptación a la vida en climas muy fríos, por la presencia de un especísimo pánicula adiposo y un pelaje no menos denso y abundante.

SUBORDEN PINNÍPEDOS.

Los pinnípedos son carnívoros adaptados a la vida acuática. Tienen los miembros incluidos en el interior del cuerpo hasta más abajo del codo y la rodilla, y con la parte libre de las extremidades modificadas en forma de aletas propias para la natación. Los dedos primero y quinto de las extremidades posteriores son más largos que los tres restantes. Todos los dientes molariformes son iguales entre sí, no habiendo, por tanto, muela carnívora especial.

Son animales eminentemente marinos, en los que la morfología externa, sin llegar al grado de perfección de los cetáceos, muestra ya un elevado grado de adaptación a la vida en el agua. Las formas son alargadas y fusiformes, con tendencia a la desaparición del cuello. Las extremidades están convertidas en aletas, y aunque no hay una verdadera aleta caudal, las patas posteriores, dirigidas hacia atrás, cumplen su efecto. Llevan vida eminentemente acuática, alimentándose de otros seres marinos: peces, moluscos y crustáceos, principalmente, y van a tierra con cierta frecuencia, principalmente para la reproducción, viéndose entonces, por la torpeza de sus movimientos en el medio terrestre—que contrasta con los ágiles que tienen en el agua—, que su medio ambiente adecuado es este último.

El orden de los pinnípedos comprende a tres familias: otáridas, odobénicas y fócidas.

La familia de las otáridas se caracteriza porque las patas posteriores pueden dirigirse hacia adelante durante la progresión en tierra, contribuyendo a la misma. Los dedos tienen prolongaciones cutáneas más largas que las uñas. Oídos con pabellón externo. Los caninos son normales y los molariformes puntiagudos. Viven en el Océano Pacífico. Son los elefantes marinos, o lobos marinos. Entre las especies, están las pertenecientes a los géneros *Otaria*, (*O. jubata*, y *Otaria stelleri*, fig. 280), *Eumetopias*, *Zalophus*, (*Z. californianus*), *Callotaria* y *Arctoccephalus*.

La familia de los odobénicos, como las anteriores, tienen los pies posteriores dirigidos hacia adelante durante la progresión terrestre, y también con prolongaciones cutáneas en los dedos. Pero no tienen pabellón externo en el oído y los caninos están muy desarrollados, a veces

desmesuradamente. Los molares son romos. Comprende esta familia a un solo género, el *Odoboenus* (fig. 291), que a su vez incluye a dos especies, el *O. rosmarus* y el *O. odoboenus*, las famosas morsas de las regiones nórdicas de los océanos Atlántico y Pacífico.

La familia de las fócidas tiene las patas posteriores dirigidas permanentemente hacia atrás, por lo que no intervienen en la progresión en tierra. Carecen de orejas. Los caninos son normales, y los molariformes, agudos. Comprende a numerosos géneros y especies, distribuidos en diferentes subfamilias.

Entre dichas especies están: la foca común (*Phoca etulina*, fig. 292); la foca africana (*Monachus monachus*, fig. 293); la foca de Groenlandia (*Phoca groenlandica*, fig. 294); la foca barbada (*Erignathus barbatus*, fig. 295); la foca de casco (*Cistophora cristata*, fig. 296), y el elefante marino (*Mirounga elephantina*, fig. 297).

LOS PINNÍPEDOS, ÚTILES AL HOMBRE

Aunque como consecuencia de la caza que se realiza de las focas, son aprovechadas también su carne y la grasa que contienen, la explotación principal de estos animales se basa en la industrialización de sus pieles.

Este aprovechamiento se viene realizando desde la antigüedad, y la circunstancia de tratarse de animales que, una vez en tierra, son muy torpes de movimientos, lo que facilitaba en modo extraordinario su captura, unido al afán desmesurado de lucro de los cazadores, había llevado las cosas a un peligro inminente de desaparición de algunas de las especies, pese a haber poblado en multitud de islas y costas de diversos mares en cantidades verdaderamente asombrosas. Afortunadamente, medidas drásticas de prohibición de la pesca durante varios años, acordadas internacionalmente, y una posterior regulación del número de los ejemplares que cada año pueden capturarse, han permitido la regeneración de las colonias de estos animales.

Las especies principalmente explotadas son las siguientes:

En la familia de las otáridas, el *Callorhinus ursinus*, (fig. 289), de las islas

Commandeur, cerca de Kamchatka; el *C. alaskanus*, de las islas Pribiloff (una de las especies más importantes); el *C. curilensis*, de las islas Curiles; el *Arctocephalus Ttownsendi*, de la baja California; el *A. Philippii*, de Chile; el *A. australis*, de las Malvinas y Tierra de Fuego; el *A. Delalandi*, del Antártico y Africa del Sur, y el *A. gazella*, del sur del Indico.

Todas las otáridas son más gregarias que las restantes focas, y permanecen más tiempo en tierra que las otras especies de pinnípedos.

Son especies polígamas y migradoras, que realizan sus migraciones desde las regiones tropicales a las islas más nórdicas o meridionales de los océanos, donde se reproducen. Durante la migración trófica viven en alta mar, completamente dispersas, pero llegada la época de la reproducción se reconstruyen las colonias, que se reúnen sistemáticamente en las mismas islas y en los mismos lugares de sus costas, llegando a ellas, al parecer, por rutas similares en todos los años.

Los machos encabezan la migración, siendo los primeros en arribar a las islas, en las que se instalan, apoderándose cada uno de una zona de playa, en la que posteriormente albergarán su harén, a medida que llegan las hembras, que los machos se disputan en verdaderas batallas, sobre todo entre aquellos que, por primera vez, van a reproducirse, pues los que aún son jóvenes son sistemáticamente relegados a distritos de la costa, fuera del radio de acción de los machos adultos.

La caza de estos animales se practica en tierra, sin dificultad alguna, por los procedimientos más diversos. Siempre que el número de ejemplares que se capture esté regulado, esta caza puede ser soportada sin detrimento por las colonias. Pero como también son cazadas en el mar cuando se dirigen hacia los lugares de cría y entonces se las mata a tiros desde las embarcaciones, con peligro de no capturar a todos los ejemplares, bien porque se pierdan, bien porque queden solamente heridos, aunque condenados a morir, pero con fuerzas suficientes para escapar momentáneamente, las medidas que se tomaron de protección no eran absolutamente eficaces, tanto más cuanto que estos ejemplares cazados en el mar, aún no se han reproducido. Por ello, este tipo de caza ha sido completamente prohibido en la actualidad.

Las fécidas son menos gregarias que las otáridas, y forman colonias mucho más reducidas, no siendo raro que haya individuos que llevan vida completamente aislada. Ello no quita para que no falten tampoco especies que, en determinadas épocas, formen también colonias muy numerosas, incluso en los grandes campos de hielo de la región ártica, donde estos animales se reproducen, dando a luz a los juvenuelos en oquedades que practican en la nieve o en el hielo, y donde aquéllos permanecen durante la quinceña de días que tardan en dirigirse por vez primera al agua.

Como las otáridas, estuvieron en inminente peligro de extinción, debido a una caza desahorada, aunque también las medidas preventivas las han salvado.

Existen numerosas especies de focas repartidas por todos los mares del mundo, tanto en las regiones árticas y antárticas como en las tropicales y templadas. La más común y abundante es la *Phoca vitulina* (fig. 292).

Como en el caso de las otáridas, es la piel lo que más importa de las focas. Como es sabido, en el pelaje de las focas, y por debajo de los pelos largos externos, hay otro tipo de pelo, rizado y blando, la borra, que es el verdadero pelaje de abrigo, y que es el primero que aparece en los individuos jóvenes. Es muy frecuente que la piel de las focas, como la de las otáridas, en el curso de su preparación sea desprovista de los pelos largos, para dejar solamente la borra. Por ello, las pieles de los jóvenes, que tienen solamente borra, y cuya caza está por otra parte prohibida, son las que mayor valor alcanzan.

Siguen en valor las otras pieles, con o sin pelaje externo. Finalmente, tienen también gran valor, aunque el tercero en categoría, los cueros, es decir, la piel desprovista en absoluto del pelo.

La grasa de las focas es también utilizada, industrialmente para las mismas finalidades que los aceites de ballena.

Los odobénidos, las morsas, son también animales gregarios, que forman colonias a veces de numerosos ejemplares.

Aparentemente migradoras, pues realizan estacionalmente desplazamientos de norte a sur, parece que no lo hacen por razones estrictamente migratorias, como puedan ser la reproducción o la ali-

mentación, sino por desplazamiento de los hielos y de las aguas libres en que han de moverse y encontrar su alimento, hechos que se prouen también estacionalmente.

Son monógamas, y su alimentación se basa en los moluscos que desentierren con sus largos colmillos.

Las morsas son cazadas por sus pieles, de las que se aprovechan los cueros, por la grasa y además por el marfil de sus colmillos, que aunque no de excelente calidad, no deja de tener buena aceptación en los mercados.

ORDEN SIRENIOS.

Son mamíferos acuáticos, desprovistos de extremidades pelvianas, con las torácicas en forma de aletas y la cola ancha y aplastada. Las narices son valvulares y se abren en la parte superior del hocico. No hay orejas y la piel es desnuda, salvo la presencia de algunos pelos muy rígidos. No hay dientes caninos. No son animales eminentemente marinos, pues viven igualmente en los ríos, pero no faltan en las desembocaduras de los mismos, en estuarios y bahías de aguas salobres o completamente saladas.

El orden comprende a dos familias. En la primera, la de los manatidos, que tienen la cola redondeada o romboidal y generalmente con uñas rudimentarias en las aletas, sólo hay un género, el *Manatus* (*Manatus australis*, por ejemplo), conocido en América como «Vaca marina», que alcanza a más de tres metros de longitud y hasta 400 kilogramos de peso.

Sometido también a una caza despiadada, el manatí va desapareciendo, pero aún se encuentra en las costas de las Antillas y en América central y meridional, abundando en la actualidad más en los ríos como el Orinoco y el Amazonas, que en las aguas marinas.

Como el resto de los sirenios, son herbívoros, y su utilidad es puramente local, casándolos los nativos de las regiones en que viven para aprovechar su carne, sus pieles y su grasa. Además del manatí (*Manatus australis*), hay otra especie africana, el *Manatus senegalensis*.

La segunda familia es la de los halicóridos, caracterizada por tener la cola escotada y carecer de uñas en las aletas. La familia está representada por diversas especies, entre las que pueden citarse

Halicore dugong, *H. hemprichi* y *H. australis*, todos ellos conocidos con el nombre vulgar de edugonga. Los hábitos de estos animales son muy similares a los de los manatíes, y su interés es también puramente local. Los indígenas los cazan a flechazos o con arpones, para aprovechar su piel y su carne.

ORDEN CETÁCEOS.

Son los mamíferos más especialmente adaptados a la vida en el seno de las aguas, hasta el extremo de que no pueden vivir fuera de ellas. Su morfología y su estructura interna se han modificado profundamente, difiriendo por ello de las del resto de los mamíferos. Tienen el cuerpo fusiforme, habiendo desaparecido completamente el cuello. La cola está sustituida por una nadadera o aleta caudal, que sólo difiere de la de los peces en que está extendida en el plano horizontal, en lugar de en el sagital. Sólo existen las extremidades pectorales, que están completamente modificadas y transformadas en aletas. E incluso en no pocas especies existe una aleta dorsal, de carácter adiposo que actúa como un timón estabilizador. La piel está desprovista de pelo. Las narices, inútiles como órganos olfatorios, se abren en la parte superior de la cabeza, en la forma de uno o dos espiráculos, que facilitan la respiración de estos animales, que de esta forma sólo tienen que acercarse a la superficie y asomar la porción superior cefálica, en la que están dichas aberturas. No hay nunca orejas y las mamas son ventrales y en número de un solo par.

Es frecuente que las dos fosas nasales se reúnan en una sola, que se abre al exterior por un solo espiráculo. Esta unión implica una deformación del cráneo, que se hace profundamente asimétrico. El rostro, por otra parte, suele prolongarse de manera muy considerable.

Los dientes, cuando existen, suelen ser todos iguales y estar presentes en número muy variable, según las especies. En determinadas de ellas los dientes faltan en absoluto, estando sustituidos por unas láminas córneas, dependientes del paladar, que hacen el efecto de filtros para retener a los seres plañtónicos del agua.

Aunque existen algunas especies fluviales, los cetáceos son eminentemente marinos. Se encuentran entre ellos los ma-

yeros animales existentes en la actualidad.

El orden está integrado por dos subórdenes: odontocetos y mystacocetos.

1.º SUBORDEN ODONTOCETOS.

Cetáceos con dientes y con el cráneo asimétrico, especialmente en el rostro. Salvo el género *Kogia*, con un sólo espiráculo. El suborden comprende a varias familias y a numerosas especies, entre las que están las siguientes:

En la familia de los delfínidos, que no alcanzan tallas muy grandes y que tienen la cabeza pequeña y el espiráculo en forma de media luna y dientes muy numerosos frecuentemente, están el delfín común (*Delphinus delphis*, fig. 298), el pez mular (*Tursiops tursio*), la tonina (*Phocoena phocoena*), el espadarte (*Orca gladiator*, fig. 300), el calderón (*Globicephalus melas*, fig. 299), el delfín gris (*Grampus griseus*), la ballena blanca (*Delphinapterus leucas*) y el narval (*Monodon monoceros*), clásico por su único diente en forma de chuzo helicoidal.

La familia de los zifidos incluye a especies de mayor talla, aunque no muy grande. Tienen siempre los dientes en muy pequeño número, como ocurre, por ejemplo, con *Mesoplodon bidens*, que, como su nombre indica, solo tiene dos dientes.

La familia fisetéridos, a la que pertenece el cachalote, el mayor de los odontocetos, tiene como característica la presencia de una cabeza enormemente voluminosa, con el espiráculo longitudinal y un poco desviado hacia la izquierda. Dientes muy numerosos en la mandíbula inferior, faltando por completo en la superior. Hay dos géneros solamente, *Physeter*, al que pertenece el cachalote (*Physeter catodon*, fig. 301), y *Kogia*.

2.º SUBORDEN MISTACOCETOS.

Cetáceos sin dientes, que sólo se encuentran, y en estado rudimentario, en los embriones. Con el paladar provisto de una serie de láminas córneas, que descienden verticalmente hacia la lengua, y destinadas a filtrar el agua que entra en la boca, al ser expulsada, reteniendo a los microorganismos planctónicos que contiene. Las especies de este suborden, conocidas con el nombre general de «ballenas», pertenecen a dos familias: balenopterídeos y balénidos.

La primera, la de los balenopterídeos, se caracteriza por tener la piel de la garganta surcada por profundos pliegues longitudinales. Hay frecuentemente una aleta dorsal. Los pliegues córneos del paladar, las «barbas», son cortas y anchas. Existen tres géneros, con las siguientes principales especies: la ballena azul (*Balaenoptera musculus*); el rorcual (*Balaenoptera physalus*, fig. 302); el rorcual boreal (*Balaenoptera borealis*); el rorcual menor (*Balaenoptera acutorostrata*); la ballena o rorcual de Bríde (*Balaenoptera brydei*); la ballena nudosa (*Megoptera nodosa*), y la ballena gris de California (*Rhachistecet glaucus*).

La segunda familia, la de los balénidos, tiene la piel de la garganta lisa, carece de aleta dorsal y las barbas son largas y estrechas. Pertenecen a esta familia las auténticas ballenas, y entre ellas están la ballena franca (*Balaena mysticetus*, fig. 304), la ballena austral (*Balaena australis*, fig. 303), la ballena boreal (*Balaena borealis*), la ballena menor (*Neobalaena marginata*), y la ballena glacial (*Balaena glacialis*, fig. 305).

LOS CETACEOS ÚTILES AL HOMBRE

Los cetáceos han sido utilizados desde tiempos muy remotos por la humanidad para la obtención de muy diversos productos derivados de los mismos, pero indudablemente ha sido su grasa la que ha motivado, principalmente, la existencia de la industria ballenera.

Desde el punto de vista general, puede decirse que no hay cetáceo alguno que no interese al hombre, pues de todos ellos puede sacar utilidad, tratándose de especies en las que todo es aprovechable, para una finalidad u otra. Ahora bien, así como la pesca de los pequeños cetáceos, como los delfines, por ejemplo, es puramente ocasional y su consumo solamente local, existe una poderosa y floreciente industria destinada a la captura de los grandes cetáceos, las ballenas, los rorcuales y los cachalotes, industria que ocupa lugar preminente en la pesca.

El gran interés que el hombre experimentó por la pesca de las ballenas, pese a los rudimentarios y peligrosos procedimientos de captura que estaban a su alcance en tiempos hasta cierto punto no muy lejanos, le llevó a realizar una pesca

sin tasa, que tuvo como consecuencia una evidente despoblación de los mares nórdicos, los más frecuentados por las flotas balleneras, lo que obligó a las mismas a desplazarse poco a poco a otros lugares menos explotados, que en la actualidad se encuentran principalmente en el Océano austral.

Existe la creencia de que las ballenas, acosadas, se han refugiado en los mares del sur, creencia que es en mucho errónea, pues si bien hay especies cosmopolitas que pueden encontrarse indistintamente en las más diversas regiones de los distintos océanos, lo normal es que cada región oceánica tenga sus especies propias. Y si hay más ballenas en la actualidad en los mares australes, es porque han sido menos explotadas, y cuando se han comenzado a pescar intensivamente lo han sido ya con arreglo a normas internacionales de previsión de pescas, que son en general bien acatadas por los países balleneros. En los mares nórdicos las ballenas escasean más, por haber sido esquilmaadas, pero no dejan de existir, y su número parece ser que va aumentando en virtud de similares normas de protección.

Las ballenas, como decimos, son pescadas principalmente para la obtención de sus aceites, que se obtienen principalmente de su enorme pániculo adiposo, pero que se extraen también, en otras calidades, de otras partes del cuerpo. La carne es empleada en determinados países para la alimentación, y la que no es utilizada a estos fines, en unión de los huesos, sirve para la obtención de determinados tipos de eguancos y harinas.

En algunas especies, como los cachalotes, tiene gran valor la grasa de la región cefálica, erróneamente llamada esperma de ballenas. En otras especies, como los delfines, los aceites cefálicos, extremadamente fluidos, han sido utilizados como lubricantes especiales para relojería. Finalmente, aunque hoy en desuso, debe recordarse el empleo de las barbas de las ballenas como fibras elásticas, muy en uso hasta la aparición de las ballenas metálicas y, más modernamente, de las plásticas.

La pesca y la preparación de los productos derivados de las ballenas y otros cetáceos se verifica a bordo de barcos especiales, verdaderas factorías flotantes, en las que se hace el tratamiento completo de estos animales y de los productos de

ellos derivados. Cada barco-factoría va acompañado de su flotilla auxiliar de barcos arponeros, encargados exclusivamente de la caza por medio de cañones-arpones, que llevan a las cazadas hasta el barco-factoría, cuando les es factible, o las dejan flotando, después de haberlas insuflado vapor de agua o aire, para que floten con mayor facilidad, después de comunicar al barco-factoría su situación, llegándose incluso a exquisitices como las de clavarles encima una emisora de radio automática, que sirve para que el barco-factoría encuentre a la ballena muerta por medio de los radiogoniómetros.

Como hemos dicho, la pesca de la ballena está actualmente regulada, no permitiéndose la caza más que de un número determinado de ellas al año, y en determinadas épocas del mismo.

Como las especies de ballenas son muy diversas y el número previsible de las que puede pescarse de cada una es difícil de evaluar a priori, se ha establecido una unidad internacional la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), que equivale a dos rocuales, a 1/ballenas nudosas y a seis boreales.

Cada año, a la vista de los resultados de la campaña anterior, el organismo competente fija el número de ballenas que podrá pescarse el año siguiente. Abierta la temporada de pesca, cada barco ballenero comunica por radio cada captura que hace, especificando la especie de que se trate, y la central internacional va computando las pescas hasta llegar al número de unidades ballena azul previsto, para dar la orden de final de campaña cuando se alcanza el número de ellas preestablecido.

Las ballenas, cuyas dimensiones pueden ser enormes (la *Balaenoptera musculus* llega a alcanzar hasta 30 metros de longitud), se alimentan, como hemos dicho anteriormente, de los microorganismos planctónicos que filtran del agua. Por ello, los desplazamientos, las migraciones de las ballenas, en su aspecto trófico, están determinados por las fluctuaciones del plancton.

Como es frecuente en el reino animal, cuando se trata de seres de gran talla, son muy poco prolíficas, siendo lo normal que den a luz una sola cría, cuya gestación, por otra parte, es muy larga, alcanzando en algunos casos bastante más de un año.

CLASIFICACION DE LOS ANIMALES MARINOS

FILUM	SUBFILUM	SUPERCLASE	CLASE	SUBCLASE	SUPERORDEN	ORDEN	SUBORDEN
Protistas			Rizopodos			Foraminíferos	
			Flagelados			Radiolarios	
			Infractores			Dinoflagelados	
Espongiarios			Calcáreos			Homocelas	
						Heterocelas	
			Incalcáreos	Tricemas		Mixospongiarios	
				Demospongiarios		Neospongiarios	
Cnidarios			Hidroides			Tetractinoides	
						Miscocoides	
						Caractospongiarios	
			Hidroides			Hidroides	
						Gimnoblásticos	
						Colopoblastos	
						Hidrosarcinarios	
						Trochiloides	
Cnidarios			Escifoides			Escifomedusarios	
						Peromedusarios	
						Cubomedusarios	
						Discomedusarios	
Cnidarios			Antozoos			Alciarios	
						Zoantarios	

[illegible]

FILUM	SUBFILUM	SUPERCLASE	CLASE	SUBCLASE	SUPERORDEN	SERIE	ORDEN	SUBORDEN
Braquiópodos							Articulados Inarticulados	
Foronídeos								
Quetognatos								
Anélidos			Araquinélidos					
			Quirópodos				Poliquetos Oligoquetos	
			Gastropódos	Estronaptózoos			Cloacáceos Gastróceos Cripípedos Capipédos	
				Molluscos	Lepidópteros		Lamedipódidos	
					Edinofílidos		Antípodos Isópodos	
Artrópodos					Podóptilos		Camiónes Estomatópodos Esquizópodos	
							Dactilopod → Anomuros Mecrurus Braquiuros	
			Arenarios				Xifosuros	
			Insectos				Hemipteros	

FILUM	SUBFILUM	SUPERCLASS	CLASS	SUBCLASS	SUBORDER	SEXE	ORDER	SUBORDER
Molluscs			Anineurus				Placiforms	
							Solanogastres	
			Gasteropodes	Prostheropodes			Aspidobranchius	
							Pectinibranchius	
							Heteropodes	
				Ermineurus			Opisthobranchius	Tectibranchius Nudibranchius
			Eschtopodes					
			Lamelibranchius				Protobranchius	
							Filibranchius	
							Pseudolamelibranchius	
						Eulamelibranchius		
		Cafalopodes				Tetradobranchius		
						Dibranchius	Octopodes Decapodes	
Echinodermata			Actinoides				Favosomies	
							Cryptosomies	
		Echinazarios	Ofturidens				Regulares	
			Equinoides				Irregulares	
			Holotomoides				Actinipodes	
							Paractinipodes	
			Crinoides					
			Palaeozoarctes					

[illegible]

CUARTA PARTE

LA PESCA Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS SERES MARINOS

CAPITULO XXXII

TECNICA, INDUSTRIA Y ECONOMIA CIENTIFICO - PESQUERA.—LA PESCA
PESQUERA.—LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL

El ejercicio de la pesca, indicado en los albores de la vida del hombre como una forma más entre otras, para la consecución del alimento, se ha ido complicando de manera progresiva a medida que la civilización se ha perfeccionado, la humanidad ha precisado obtener de forma creciente más y más recursos del mar, y la Ciencia, al servicio de la Técnica, ha podido ir dotando a la industria pesquera de mejores y más eficaces medios de prospección, captura, transportes y conservación de los productos extraídos del mar.

Y lo que en tiempos relativamente recientes se limitaba a una industria basada en la existencia de pequeñas embarcaciones, artes o aparejos sencillos y a una preparación conservera prácticamente reducida a las salazones, empleando un ello un número solo relativamente elevado de hombres, supone en la actualidad una masa ingente de industrias directas o derivadas, flotas enormes, servicios técnicos y burocráticos especiales nacionales e internacionales, empresas navieras, conserveras, de transportes, hilaturas especiales, centros de investigación científica y una cantidad enorme de hombres dedicados a las más diversas actividades al servicio de las mismas.

Plénesse solamente que el que un barco de pesca pueda salir a la mar a pescar

y que el producto de su pesca, una vez conservado, llegue a manos del consumidor, supone por lo menos, pasando una somera revista, la existencia de: compañías siderometalúrgicas y mineras destinadas a la obtención de carbón, de hierro, cobre, bronce, plomo, aluminio, petróleo, etc.; fábricas de maquinaria propulsora para los barcos, y de otra complementaria: astilleros, fábricas de material especial para navegación; de aparatos detectores de pesca, eléctrico, de radio y telefonía; de pinturas; serrerías, explotaciones forestales y otras industrias de la madera; hilaturas especiales para fabricación de redes y cabos; fábricas de hielo y de instalaciones frigoríficas; refinerías de petróleo para la obtención de combustibles líquidos y lubricantes; servicios portuarios, como lonjas, estaciones e instalaciones especiales, como semáforos, emisoras de radio costeras; servicios de transporte automóvil o por ferrocarril, para la distribución de los productos de la pesca; fábricas de conservas con sus ajeos de obtención de hoja de lata, envases de la misma, de vidrio, etc., etc.; servicios de obtención de líquidos conservadores, como aceites, salmueras, vinagres, etc., etc.; instalaciones salineras; servicios sanitarios portuarios y de esterilización en las fábricas y factorías; escuelas de náutica, ingeniería, de capacitación especiales de pesca; centros de investigación científica na-

cionales e internacionales; servicios burocráticos de administración de la pesca y de la vigilancia de la misma, etc., etc.

Todo ello, como decimos, ha llegado a constituir un problema sumamente complicado. La pesca ha dejado de ser una profesión empírica, ejercida por los profesionales a base de conocimientos intuitivos heredados de padres a hijos, para transformarse en una verdadera técnica en la que, en no pocos aspectos, los problemas son pesqueros solamente por el de su aplicación. El pescador universal, que lo mismo pescaba al anzuelo que con una pequeña red, en las cercanías de la costa, ha dado paso al verdadero técnico de la pesca, frecuentemente especializado en un solo método pesquero o en una sola faena a realizar en la pesca, y el pescador intuitivo, que representaba la presencia de los bancos por el estado del mar, las aves que lo sobrevolaban o los cetáceos que saltaban sobre ella, está siendo sustituido por el economizador, que a distancia registra la presencia de los cardúmenes, la profundidad a que se encuentran y la extensión que tienen.

Los procedimientos de captura se modifican y mejoran y, en suma, se ha creado una técnica pesquera que tiende a la obtención de los máximos resultados con el mínimo esfuerzo, procurando salvaguardar la riqueza del mar para que no se agote y obteniendo de ella los máximos beneficios económicos.

LA INVESTIGACION CIENTIFICO PESQUERA

Los problemas que se refieren a la pesca son principalmente los siguientes:

- 1.º Estudios de las especies pesqueras.
- 2.º Estudio de los medios y procedimientos de captura.
- 3.º Estudio de los procedimientos de conservación y transporte de la pesca.
- 4.º Estudio de la economía pesquera.

ESTUDIO DE LAS ESPECIES PESQUERAS

Estas no viven aisladas en el mar. Lo hacen en un ambiente físico-químico determinado, formando determinadas epopoblaciones, en relación con las de otras especies útiles, directamente unas e indirectamente otras, y todas ellas sometidas

a una acción recíproca de competencia, a la que se suma la de la pesca. Es decir, que desde el punto de vista de una especie pesquera, habrá que estudiar:

1.º Sus características específicas que la distinguen de otras.

2.º Las condiciones físico-químicas del medio ambiente en que vive y las repercusiones que las variaciones de esas condiciones pueden tener en su biología.

3.º La biología de la especie en cuestión (crecimiento, reproducción, edad, alimentación, migraciones, etc.).

4.º Las relaciones de competencia o dependencia de la especie con relación a otras (estudio del plancton, de las especies predatoras, etc.).

5.º Estudio de las puestas y del desarrollo larvario y postlarvario.

6.º Estudio de las poblaciones que constituye la especie, su distribución geográfica y batimétrica. Variaciones de su volumen en relación con la competencia natural y por efecto de la pesca. Poder de regeneración de las poblaciones, lo que supone el correspondiente estudio biométrico, metódico y continuado de lotes y lotes de ejemplares, con consideración especial de la talla, el peso, la edad y el crecimiento, el proceso de maduración sexual, la fecundidad, la mortalidad natural y la provocada por la pesca, etc., etc., independientemente de que similares problemas se hayan estudiado, desde otro punto de vista, para conocer la biología de la especie.

Todo lo anterior implica una enorme y paciente labor, de laboratorio en unos casos, en la mar en otros, a bordo de los barcos de investigación o pesqueros. Es preciso capturar los ejemplares, clasificarlos, medirlos en sus muchas medidas necesarias, pesarlos, diseccionarlos para observar sus características anatómicas, el sexo y el estado de maduración sexual, el contenido gastro-intestinal, el estado de engrasamiento, etc., etc.

Hay que realizar el análisis de las pescas para ver cuáles son las especies que conviven con la que es objeto de estudio y las relaciones de proporcionalidad existentes entre unas y otras. Es preciso conocer las condiciones del medio ambiente, determinándose desde los mismos barcos pesqueros o en otros especiales de investi-

gación, la temperatura del agua, la salinidad, el oxígeno, los nitratos, fosfatos y silicatos disueltos, el pH, la transparencia, la calidad y topografía de los fondos, etc., etc.

Para el estudio de las migraciones hay que marcar los ejemplares, lo que requiere una técnica delicada y especial, y una especial recopilación de datos sobre los que posteriormente son repescados, para anotación de los caminos recorridos, el crecimiento experimentado, etc., etc.

Todos los datos anteriores han de ser correlacionados y trabajados por procedimientos estadísticos, para llegar así a las conclusiones más exactas posibles. Una vez conocido todo ello, es decir, cuando se sabe de qué especie se trata, cómo, dónde y cuánto vive, en qué volumen se encuentra en el mar y en qué fechas, qué cantidades pueden pescarse sin menoscabar la rentabilidad de los bancos, etc., etcétera, procede emprender el estudio de los métodos y procedimientos de captura.

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE CAPTURA

Afectan estos estudios a diferentes puntos de vista que pudieran ser resumidos en los principales siguientes: 1.º Tipos de barcos apropiados para la pesca. 2.º Tipos de artes o aparejos y características de los mismos. 3.º Procedimientos de empleo de los artes y aparejos. 4.º Procedimientos de detección de la pesca.

Dada la especificidad alcanzada en la pesca, es ya difícil en la actualidad que los barcos dedicados a la misma puedan servir para diferentes modalidades de captura, existiendo una tendencia cada día más acusada a la construcción del barco específico y al abandono del general, sobre todo cuando se trata de aquellos que se alejen muchísimo de sus bases y que actúan sobre pesquerías definidas.

En estas circunstancias, la construcción de un barco de pesca implica estudios previos muy detallados. No es lo mismo la construcción y armamento de un «Tuna-Clípper», que ha de pasarse grandes temporadas en la mar, lejos del puerto base, y que precisa, además, de un gran radio de acción o autonomía, una gran velocidad, la existencia de tanques especiales para la conservación del cebo vivo, procedimientos especiales de captura del mismo, y poderosas instalaciones frigorí-

ficas de congelación que aborren el transporte del peso muerto inútil del hielo, que la construcción y proyecto de otro tipo de barco pesquero dedicado, por ejemplo, a la pesca de arrastre en pareja o del ebbou, o a la de cerco, etc. Y no habremos de la complicación y diferencia extraordinaria de estos barcos con uno factoría, dedicado a la captura de ballenas con el auxilio de su flotilla de barcos auxiliares arponeros.

Porque, además, ese estudio es preciso incluso en casos de construcción de barcos destinados a similares tipos de pesca. No es lo mismo un barco destinado a la pesca de arrastre con puercas, un ebbou o «strawls», que pesque en las cercanías de la costa, con salidas a la mar de una o dos semanas, que un gran bacaladero, que, pescando por el mismo procedimiento, hace campañas de cuatro y cinco meses de duración, sin tocar puerto o haciéndolo solamente de forma esporádica.

Estudiado el tipo de barco, procede el de los artes o aparejos que han de emplearse en la pesca. Aparte de las diferentes modalidades de los mismos, según sean de arrastre por el fondo, batipelágicos o pelágicos, fijos o de deriva, y de los estudios que se realicen para mejorar su calidad y duración (diferentes tipos de fibras vegetales o sintéticas utilizadas en su confección, como cáñamo, esparto, abacá, sisal, nylon, perlon, etc., etc.), o su conservación (tintes, curtientes, sustancias antiincrustantes, etc.), es preciso estudiar otros aspectos, como son: a) Dimensiones adecuadas de los artes en relación con los barcos. b) Dimensiones de las mallas de los artes en cada parte de la red, no sólo para obtener una buena selección de la pesca por sus tallas y pesos, sino para que el funcionamiento de la red sea el adecuado a efectos de la tracción, resistencia a la misma, apertura normal de las mallas, etc., etc. c) Estudio de las condiciones o modificaciones necesarias a establecer en los artes y aparejos para que sus efectos destructivos (los de las redes de arrastre por el fondo, por ejemplo), se reduzcan todo lo más posible.

Siguen inmediatamente las investigaciones encaminadas al mejoramiento de la técnica de las maniobras de la pesca. Cuando se trata de redes y aparejos enormes, cuando se manejan toneladas de peso y cientos y cientos de metros de ca-

bles, cabos, malletas, flechas, etc., y con premura de tiempo, a veces en condiciones adversas de estado de la mar, es preciso depurar los procedimientos de la maniobra, reduciéndolos a la menor duración posible y dotándolos del máximo de seguridad, tanto en lo que se refiere a los propios artes como a las personas que han de manejarlos, obteniendo de ellos el máximo rendimiento posible.

Viene a continuación el problema de la localización de los bancos de pesca. Como decíamos anteriormente, en la actualidad, el éxito o fracaso de una campaña de pesca, que cuesta enormes cantidades de dinero, no puede supeditarse a los conocimientos más o menos empíricos de un pescador, ni a las señales más o menos aleatorias de aves marinas u otras especies, o al aspecto del agua del mar, etc., que indiquen la presencia o ausencia probable de la especie que se busca.

La localización de los bancos de pesca se verifica hoy, o comienza a verificarse por procedimientos científicos o técnicos. La temperatura del agua del mar, por ejemplo, puede eliminar la posibilidad de buscar inútilmente en un lugar y momento dados a una especie que por sus requerimientos térmicos no puede estar allí si la temperatura del agua no es la propia. Por tanto, es preciso verificar el estudio de esos problemas.

Y en la actualidad han tomado carta de naturaleza los procedimientos de localización de los bancos por su detección a distancia, por medio de los ecosondadores, las lupas de pesca, etc., etc.

Dejando aparte la labor de investigación indispensable para llegar a la construcción de dichos aparatos de una complicación y perfección extraordinarias, que anuncian gráfica, visual o acústicamente la presencia de los bancos, la especie que los forma y la distancia y profundidad a que se encuentran, es necesario un estudio encaminado a la interpretación de las señales que dan los aparatos, para ver en cada caso a qué especie corresponden, cuáles deben eliminarse, cuáles tenidas en cuenta por referirse no sólo a las especies que interesan, sino a los fondos, calidad de los mismos, accidentes que en ellos se encuentren, etc., etc., a fin de que los pescadores puedan hacer útil y adecuado empleo de estos inestimables aparatos.

ESTUDIO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE

Cuando los barcos de pesca realizaban sus salidas a corta distancia de la costa y los volúmenes de pesca capturados eran pequeños, la conservación de la pesca podía realizarse con elementales medios, a veces incluso sin ninguno, pero siendo el más frecuente el de salar ligeramente, procedimiento que incluso en la actualidad sigue utilizándose en análogas circunstancias.

Cuando los barcos pesqueros se alejaron más de la costa y la pesca hubo de ser conservada a bordo durante días, fue necesario habilitar medios más adecuados para conseguir aquella conservación, medios que se encaminaron principalmente hacia el almacenamiento en frío, naciendo así la industria frigorífica, iniciada por el simple empleo del hielo mezclado con la pesca y que ha llegado a la existencia de perfectísimas instalaciones frigoríficas, en las que la pesca se congela a muy bajas temperaturas.

Todo ello ha dado lugar a múltiples investigaciones, que continúan incesantemente en un constante progresar de los procedimientos y de sus rendimientos. Pero estas investigaciones no se han limitado a la conservación de la pesca a bordo de los barcos ni durante su transporte desde los puertos a los centros de consumo ni a su conservación en ellos en espera de su distribución, que ha implicado también el estudio de los envases más adecuados para la conservación y transporte, puesto que íntimamente ligada a la pesca nació la importantísima y floreciente industria conservera, destinada a la preparación de la pesca que ha de ser consumida a plazos muy diferidos.

Y esta industria que abarca a problemas tan importantes y dispares como las salazones, los ahumados, el enlatado y otros tipos de envasado, a la obtención de subproductos (harinas, aceites, vitaminas, colas, etc., etc.), se fundamenta en problemas de investigación tan complejos como los de la deshidratación de los productos animales, el proceso de alteración y descomposición de los mismos, la técnica de la construcción, cierre y esterilización de los envases, el de los materiales utilizables para los mismos, el de la toxicidad que pueden aportar, el de las sustancias, caldos y líquidos conserva-

dores (aceites, salmueras, vinagres, caldos especiales), el del conocimiento de la composición cualitativa y cuantitativa de las conservas, el de su valor nutritivo, etcétera, etc.

ESTUDIO DE LA ECONOMÍA PESQUERA

La pesca, por su enorme volumen, por la trascendencia a veces primordial que tiene en la economía de las naciones, por la serie ingente de problemas técnicos y comerciales que implica, ha dado lugar al nacimiento de una técnica económica peculiar que aunque basada en los mismos principios generales de la economía, es hoy día objeto de estudio especial, a cuyo servicio están organismos administrativos, científicos y técnicos, particulares o estatales, nacionales e internacionales, que estudian el más adecuado uso de los recursos marítimos y la obtención del máximo de beneficio de los mismos.

LA PESCA EXPERIMENTAL

En toda investigación es necesaria una parte teórica y otra experimental. Y en la investigación pesquera ocurre lo mismo. El estudio teórico de los procedimientos de pesca y de los recursos extraíbles del mar, precisa de una experimentación subsiguiente, que en lo que a la pesca se refiere puede tener dos aspectos diferentes: el de la experimentación de nuevos artes de pesca o de modificaciones de los mismos, o de las modalidades y peculiaridades de su empleo, y el de las pescas experimentales con finalidad de investigación científica subsiguientemente aplicable a la técnica pesquera y que quizá pudieran ser calificadas, más correctamente, como pescas científicas.

La pesca experimental puede referirse, por ejemplo, al empleo de modelos a escala reducida de nuevos artes o aparejos, para estudio de sus características, como condición previa para su ulterior fabricación en serie. Son también pescas experimentales, y quizá de las más genuinas, las que se verifican para determinar la selectividad de las diferentes dimensiones de las mallas.

Como veremos más adelante, y por las razones que se expondrán, se ha llegado a la conclusión de que las mallas de los artes, por ejemplo, la de los de arrastre,

tienen que tener determinadas dimensiones para permitir que escapen a su través los ejemplares de tallas menores a aquellas consideradas como mínimas autorizables o recomendables para la pesca y necesarias para el mantenimiento de la rentabilidad de los bancos.

Estas experiencias se realizan utilizando, por ejemplo, redes en las que las mallas se ofrecen en diferentes posiciones a los efectos de tracción de los barcos, a fin de ver en cuáles de ellas se consigue que permanezcan más perfectamente abiertas. Además, se utilizan redes con dos copos, en forma de cola de golondrina, cada uno de ellos con mallas de dimensiones diferentes, o redes con un solo copo, pero dividido éste transversalmente con una red de malla mayor que el fondo, para de esta forma estudiar el poder de selectividad por comparación de la pesca almacenada en cada uno de los dos copos o en los dos compartimientos del copo único.

Son pescas experimentales, como decíamos anteriormente, las que con modelos a escala reducida de artes, o incluso con las de dimensiones normales, se realizan con fines de investigación, bien para el estudio de la composición cualitativa y cuantitativa de la fauna y flora marinas, bien para el estudio del medio ambiente. Y así, la pesca experimental científica cuenta con multitud de tipos de aparatos, artes y aparejos, como redes pelágicas, batipelágicas y abisales, dragas de muy diversos tipos, mangas y colectores especiales para el plancton, etc., etc., a los que se agregaron recientemente, bien como auténticos instrumentos de pesca, bien como aparatos de prospección de la misma, las escafandas autónomas, las campanas buzoecópicas, el batiscafo, etcétera, etc.

Son pescas experimentales también las que tienen por finalidad la puesta en marcha de nuevos métodos de pesca, como ha ocurrido recientemente con la pesca eléctrica, que se estudia desde tiempos relativamente próximos, y que si en algunos casos como los de la captura del emenhadens (especie de clupeiforme de los mares nórdicos), tiene ya una realidad práctica, en otras como los escombridos, está aún en plena fase de investigación y experiencia.

Son pescas experimentales igualmente las que se realizan para probar nuevos

métodos de atracción de la pesca, como ocurre con las luces en las pescas pelágicas, que al principio se realizaron empleando simples hachones, posteriormente luces de acetileno, más tarde de gaso-

lina y en la actualidad se experimentan, en modalidades submarinas con fuentes de energía eléctrica y radiaciones luminosas ultravioletas, que se difunden más ampliamente en el medio acuático.

CAPITULO XXXIII

ESTADISTICA Y PREDICION PESQUERA. LA SOBREPESCA. PISCICULTURA MARINA. LAS CARTAS DE PESCA

LAS ESTADISTICAS DE PESCA

Aparte del mero interés del conocimiento de cuánto y qué es lo que el hombre extrae del mar como consecuencia de la industria pesquera, problema íntimamente ligado a lo expuesto anteriormente sobre su economía, lo que por sí solo justificaria la existencia de una estadística pesquera, es necesaria ésta como elemento complementario indispensable para muchos aspectos técnicos de la misma, de los que no es el menor el de la salvaguardia de la productividad marina.

Ya hemos dicho que el concepto de ingotabilidad del mar es fundamentalmente erróneo, y sobre todo en cuanto se refiere a las especies que al hombre interesan como alimento o fuentes de subproductos y de industrias derivadas, y que como consecuencia de ello es necesaria una regulación de la pesca.

Para ello, repetimos, es necesaria una estadística de pesca, un estudio estadístico de los recursos marinos, pero basado en una modalidad específica, que en muchos casos abarca a problemas que, a primera vista, sólo indirectamente tienen relación con la industria extractiva.

La estadística pesquera, en general, se refiere solamente a los volúmenes de las capturas de animales marinos realizadas por los diferentes países, clasificándose bajo muy diferentes aspectos; por especies, por regiones pesqueras, por tipos de artes empleados en las capturas, etc., etc. Se refieren también, según similares ordenaciones, a valor de dicha pesca. Igualmente constan en las estadísticas de pesca los datos referentes a las embarcaciones (número de ellas, tonELAJE, características de potencia, modalidad de pesca a que están destinadas, etc.), y a los artes y aparejos; al número de hombres empleados, a las industrias relacionadas

con la pesca (conservas, astilleros, etc.) y a otros diversos aspectos.

Pero cuando se trata de emplear una estadística pesquera como procedimiento básico para el conocimiento de las poblaciones marinas, de su rentabilidad, fomento, regulación, etc., las estadísticas han de ser enfocadas bajo diferentes y más minuciosos aspectos.

En primer lugar no basta saber cuánta pesca se captura. Ello, por sí solo no es un dato que exprese suficientemente la cantidad de ella existente en el mar, a efectos de una extracción racional.

Es preciso saber: 1.º El lugar exacto de la procedencia de la pesca, puesto que las estadísticas corrientes, que expresan el volumen desembarcado en los puertos, no especifican si fué obtenida en su correspondiente área o en otra diferente. El puerto de Algeciras, por ejemplo, por sus estadísticas, es uno de los más ricos en sardinas de la costa meridional de España, y, sin embargo, allí no se pescan sardinas, que proceden principalmente de Barbate, pero que son desembarcadas en el citado puerto por la existencia en el mismo de la cabeza de un ferrocarril que permite su distribución por el interior.

2.º El esfuerzo y los medios que fueron empleados para capturar la pesca. Si en una zona determinada pescan muchos barcos, la impresión general del volumen de la pesca puede ser errónea en comparación con otra en que pescan pocos. Por ejemplo: el volumen total de la pesca en España, viene aumentando sin cesar de año en año. Aparentemente, es una riqueza floreciente, pero no ocurre así. Si se divide el volumen de la pesca por el número de barcos que la capturaron, se obtiene el llamado rendimiento por unidad barcos. Y éste es menor en la actualidad que en años pasados, lo que demuestra que la cantidad de pesca útil

diminuye en lugar de aumentar. Pero, además, si se calcula no la cantidad de pesca por año y barco, sino lo que se llama rendimiento por unidad de esfuerzos, es decir, el volumen de pesca obtenido por día de salida al mar o por hora de pesca efectiva, nos encontraremos que en nuestro país ese rendimiento también disminuye, corroborando que el volumen ascendente del total de las pescas realizadas es ficticio, puesto que en realidad la productividad de nuestros mares disminuye.

Pero la estadística de pesca abarca a otros aspectos relacionados también con el anterior.

La rentabilidad de los bancos está determinada por su capacidad de regeneración, en oposición a la mortalidad. Cuando se mantiene una determinada situación de equilibrio, los bancos son capaces de dar por sí solos un determinado volumen de ejemplares de tallas o peso grandes (en dependencia con las características de la especie), que constituyen el fundamento principal de las capturas.

Si éstas son superiores a aquella renta, se verificarán a costa de pescar individuos de tallas y pesos menores, que mermarán la capacidad regeneradora de los bancos y en forma progresivamente creciente, puesto que en una población el número de ejemplares existentes de cada talla es progresivamente mayor cuanto menor es aquella. La curva de frecuencia del número de ejemplares de cada talla, integrantes de una población, no es una campana de Gauss, sino la mitad derecha de una de ellas, puesto que el máximo de individuos es el de los pequeños, que se van reduciendo en número, a medida que crecen, por los factores de competencia, mortalidad natural, etc., etc. Si en las curvas de frecuencia obtenidas a base de los ejemplares capturados en las pescas, se obtienen curvas de frecuencia en forma de campana de Gauss, con reducido número de ejemplares, tanto pequeños como grandes, se debe a que los artes son selectivos y dejan escapar a los ejemplares menores que las dimensiones de sus mallas, que son los más numerosos.

Por ello, si en una población de animales marinos no se pescan más que los superiores a una talla determinada, frecuentemente alta y por lo tanto escasa, para mantener la capacidad de regene-

ración, se mermará aquella sólo en un cierto número de reproductores, que, por otra parte y precisamente por su talla grande, equivalente a mayor edad, suelen haber pasado la época de mayor fecundidad. Si esa talla límite se rebaja, y sobre todo si se rebaja mucho, como desgraciadamente suele hacerse, el número de reproductores que se restarán a la población será muchísimo mayor, por ser más abundantes.

Por todo lo anterior, se comprende que una de las facetas más interesantes de la estadística pesquera es aquella que estudia, como complemento del volumen de la pesca existente en el mar, de una especie determinada, la composición cualitativa de sus poblaciones, para saber qué número de ejemplares de cada talla existen, qué edad tienen, cuál es su tasa de crecimiento y mortalidad, cuál la de su fecundidad, y todo ello destinado a obtener un dato sobre la facultad de regeneración de la población o, lo que es lo mismo, el valor de su rentabilidad.

Estas estadísticas, como veremos más adelante, afectan no sólo a los ejemplares jóvenes y a los adultos, sino a las larvas e incluso a las puestas, dado que el estudio de las pescas de plancton, en su aspecto cualitativo y cuantitativo de los huevos de peces, es frecuentemente un buen índice para la previsión de las pescas de la especie de que se trate a un plazo determinado.

LA PREVISION DE PESCAS

Se dice en forma casi axiomática, al referirse a la productividad de los mares, que éstos son inagotables. Y si esto pudiera ser admitido, y con reservas, en cuanto se refiere a la riqueza total, no puede serlo en cuanto concierne a las especies de interés económico para el hombre, y sobre las que radica todo el peso de la industria pesquera.

En primer lugar, el concepto de la enorme extensión de los mares, como base de una inagotabilidad de sus reservas, tiene marcadas limitaciones en cuanto se refiere a aquellas especies de interés industrial.

Las auténticas abisales y la gran mayoría de las batipelágicas, no tienen interés económico. Este radica, en cuanto a las especies bentónicas se refiere, sobre

las que viven en la plataforma continental que, como es sabido, aunque en algunas regiones de la tierra sea de gran amplitud, no representa, en relación con la extensión total del fondo de los mares y océanos, más que una estrecha faja circuncontinental.

La extensión total del fondo de los océanos y mares es la siguiente:

	Km ² .
Océano Artico	14.500.000
» Atlántico	58.000.000
» Índico	42.000.000
» Pacífico	127.000.000
» Antártico	85.000.000
Mares mediterráneos	34.200.000
TOTAL.....	369,700.000

La extensión total de la plataforma continental de todos los mares es de 39.000.000 de kilómetros cuadrados, lo que supone solamente un 8,3 por ciento de la superficie total del fondo, que es bastante poco. Como con la pesca pelágica ocurre lo mismo, que se practica principalmente sobre las aguas de la plataforma continental, e igual ocurre con la batipelágica, es más representativo hacer la comparación no entre superficies, sino entre volúmenes de agua.

El volumen total de los mares es de 1.444.000.000 de kilómetros cúbicos. El de las aguas situadas sobre la plataforma continental, considerando para ésta una profundidad media de 100 metros, es de 3.000.000 de kilómetros cúbicos, es decir, sólo un 0,02 por 100 del volumen total de los océanos.

Esto supone el que la cantidad de pesca utilizable por el hombre, que de día en día necesita aumentar el volumen de sus capturas, no sea ilimitado, y el que poco a poco se haya llegado al convencimiento de la necesidad de regular la pesca para asegurar la perdurabilidad de esa riqueza.

En el mar, como en el medio terrestre, las poblaciones animales se mantienen en una situación de equilibrio entre el medio ambiente y las poblaciones de otros animales, tanto de aquellos que la especie en cuestión utiliza como alimento, como de los otros que se alimentan de ella.

Esta situación de equilibrio tiene por consecuencia el que cada población esté constituida por ejemplares de diversas tallas, progresivamente crecientes, cuyo número de individuos es paralelamente decreciente, y en las que solamente es posible extraer una determinada fracción para que la situación de equilibrio no se rompa. Los factores principales que intervienen en esta situación de equilibrio, son: la fecundidad de los ejemplares integrantes de la población, que suele seguir una curva ascendente desde los jóvenes hasta determinada edad, para después decrecer de nuevo; la cantidad de alimento que la población encuentre a su disposición para nutrirse y crecer; las condiciones del medio ambiente que permitan o no el desarrollo de los individuos y principalmente de sus puestas; el número de otros animales que se alimenten de la especie; la mortalidad natural y la provocada por la pesca.

Al seguir el curso evolutivo de las características cualitativas y cuantitativas de una población de especie marina, a lo largo de varios años, lo que se consigue por el estudio biométrico y estadístico a que anteriormente hicimos referencia, y que comporta principalmente el de la talla, el peso, la edad, el crecimiento, y la fecundidad y mortalidades correspondientes a cada edad, se podrá saber cuáles son las tallas segregables de la población sin menoscabo para ésta, y cuáles los volúmenes de pesca correspondientes que podrán capturarse.

Es esto lo que constituye, a grandes rasgos, la previsión o predicción de las pescas. No sólo en el aspecto de que, a un cierto plazo se puede saber cuál será el volumen que en el futuro podrá pescarse, sino en el de que, ante determinadas circunstancias, puede preverse la necesidad de limitarlo.

El estudio previo para una previsión de pescas es problema largo, frecuentemente de muchos años, y no puede ser abandonado en ningún momento.

Son muy diversos los ejemplos que pueden citarse de especies sometidas a esta clase de estudios. Los arenques, por ejemplo, han sido perfectamente estudiados, y no sólo se sabe ya, incluso con años de antelación, como han de ser las pescas del futuro, pudiendo regularlas, sino que por

los estudios complementarios de sus hábitos migratorios, pueden predecirse también las fechas y los lugares donde podrán ser capturados. Una buena prueba de arengues, por ejemplo en el año 1904, tuvo por consecuencia la obtención de espléndidas pecas durante varios años consecutivos. Los arengues nacidos en aquel año, que alcanzaron la talla capturable en 1908, dieron pecas hasta 1919, año en que desapareció aquella generación y a la que pudo seguirse en su crecimiento y desarrollo perfectamente en aquel decurso.

Conocido el volumen de una generación desde sus primeros años, la edad máxima probable y la mortalidad natural correspondiente a cada año, como la tasa de crecimiento y salvados los factores aleatorios, puede predecirse la pesca con antelación.

Especies de animales marinos que en ocasiones se estimaron en inminente peligro de extinción, se han salvado no sólo de ella, sino que mediante unas lógicas medidas de previsión, recuperaron su vitalidad y volumen originario. Tal ocurrió, por ejemplo, con las focas, abocadas a su total desaparición. Una prohibición total de pescas durante un cierto número de años y una regulación posterior del número de machos y hembras que podían pescarse y las edades correspondientes, regeneraron totalmente las poblaciones de estos interesantes animales.

Igual pasó con las ballenas. La pesca desaforada las estaba conduciendo a la extinción. La limitación del número de ballenas que puede pescarse al año, cifrado en unas 50.000 unidades de Ballena Azul (a esta unidad corresponden diferente número de unas u otras especies diferentes de ballenas y cetáceos), número que los balleneros respetan íntegramente, ha salvado a estos animales y permite una explotación fructífera de los mismos.

LA SOBREPESCA

Ya hemos indicado anteriormente que la situación de equilibrio de una población, en la que la mortalidad natural, la competencia con otras especies, etc., etc., está compensada por una natalidad suficiente de nuevos individuos, que reemplacen a los desaparecidos, puede ser alterada por la pesca, si ésta produce la

eliminación de un número excesivo de reproductores o destruye el medio ambiente en que vive la especie, dejándolo en condiciones inadecuadas para el normal desarrollo de la misma.

Esa pesca exhaustiva, que de manera progresiva reduce el volumen de las poblaciones, puesto que si se mantiene el de las pescas es a costa de la extracción de individuos de tallas cada vez menores y, por tanto, más abundantes en número y más jóvenes, es a lo que los ingleses comenzaron a llamar *sower-fishings*, y que por traducción literal al castellano se ha denominado *esobrepescas*.

Tal sobrepesca se manifiesta al principio por el agotamiento de los bancos próximos a la costa, obligando a los barcos a alejarse de ella en demanda de nuevos caladeros. En éstos por un similar proceso, hubo que realizar las pescas cada vez a mayores profundidades, al esquilmarse las normalmente explotadas. Y como decíamos anteriormente, la sobrepesca se manifiesta no sólo por esa necesidad de buscar nuevos caladeros y por la reducción de la pesca, sino porque al intentar mantener el volumen total de las capturas e incluso incrementallo, faltando los ejemplares grandes se capturan los menores y a veces los excesivamente menores.

Russell, en sus conferencias sobre este problema, da el siguiente ejemplo.

Una población de peces, a partir de un momento dado y sometida a la pesca por un determinado modelo de red que captura sólo a los individuos de talla *e*, y que deja en libertad de escapar a los de talla menor que *e*, está formada por dos grupos de individuos: los de talla igual o superior a *e*, que forman la población capturable, y los de talla inferior a *e*, que constituyen la población no capturable.

La población capturable tiene un peso total *S*. Los individuos que la componen están sometidos durante un año a las siguientes alternativas: 1.ª, sobrevivir durante el año, creciendo en su decurso; 2.ª, ser capturados, habiendo crecido hasta el momento de su captura; 3.ª, morir por causas naturales.

Esta población capturable se habrá incrementado durante el año por la incorporación de nuevos componentes, que habrán alcanzado durante el mismo la ta-

lla «A», los que a su vez podrán sobrevivir, o ser capturados o morir por causas naturales.

Al final del primer año, lo que quedará en el mar, cuyo peso es S_1 , será S_2 , más el peso de los que sobrepasaron la talla «A», que se designa por «A», más la suma de los incrementos de los pesos de los que sobrevivieron, de talla «A» o superior a «A», o de los que la alcanzaron durante el año, que se denomina «G», que son los dos único sumandos que se agregan a S_1 .

Pero a S_2 hay que restarle la suma de los pesos de los individuos capturados, que se designa por «C», más los de los eliminados por causas naturales, denominados «M». La ecuación queda planteada en la forma siguiente:

$$S_2 = S_1 + (A + G) - (C + M)$$

Si $(A+G)$ es igual a $(C+M)$, la población se mantiene en equilibrio. Si es menor, se produce el fenómeno de la sobrepesca. Igualmente, si en lugar de ser menor es mayor, se producirá una población superdensa, que se estabilizará posteriormente por descenso de la tasa de reclutamiento del banco, como consecuencia de la competencia, y un aumento de la mortalidad por la misma causa.

Thompson, por su parte, expone el siguiente y gráfico ejemplo de los efectos que sobre una población determinada, sin reclutamiento, ejercen dos tipos diferentes de extracción: una del 50 por 100 y la otra del 80 por 100.

Partamos de una población de 1.000 individuos con extracción del 50 por 100. En el año segundo, quedarán 500; en el tercero, 250; en el cuarto, 125; en el quinto, 62; en el sexto, 31; en el séptimo, 16; en el octavo, 8; en el noveno, 4; en el décimo, 2; en el décimo primero, 1, que desaparecerá en el año décimo segundo.

Si la extracción es del 80 por 100, en el año segundo quedarán 200; en el tercero, 40; en el cuarto, 8; en el quinto, 2, y en el sexto, desaparecerá la población.

En el primer caso habrá durado doce años, y en el segundo solamente la mitad.

En el segundo caso, si el volumen de las capturas totales se quiere mantener al mismo ritmo que con extracciones del 50 por 100, habrá que echar mano de ejemplares menores o, lo que es lo mis-

mo, aumentar el tanto por ciento de extracción, y la población se agotará aún más rápidamente, al reducir cada vez más la «población capturable».

Téngase en cuenta, por otra parte, un razonamiento complementario, para comprender lo antieconómico de la sobrepesca, aparte de la disminución real del volumen de las poblaciones que produce.

Los ejemplares jóvenes, con un metabolismo francamente positivo, comen poco y crecen mucho, sobre todo si se tiene en cuenta que el crecimiento en peso, que en suma es el que interesa, se verifica aproximadamente en razón a la tercera potencia de la talla. Los peces jóvenes son por tanto beneficiosos para la economía del mar.

Los viejos, cuya capacidad de crecimiento se ha atenuado al máximo y no decimos totalmente porque los peces nunca dejan de crecer, por viejos que sean, comen mucho y crecen poco, siendo por tanto antieconómicos para la vida marina.

Por consiguiente, interesa pescar a los grandes, tanto para eliminar a «parásitos» de las poblaciones como porque, a efectos, de la pesca, con menor esfuerzo (menor número de ejemplares a capturar), se obtienen mayores volúmenes ponderales, a la par que se dejan en el mar a aquellos que rápidamente adquirirán las tallas comerciales, incluso por la ausencia de competencia de los grandes, en cuanto a la consecución del alimento.

LA PISCICULTURA MARINA

Así como la piscicultura de agua dulce ha llegado a muy altos grados de perfección y desarrollo, como ocurre por ejemplo con la salmónicultura y la carpicultura, en el mar no ocurre lo mismo. En primer lugar, porque las condiciones del medio son mucho más complejas y variantes. En segundo lugar, porque en realidad, en lo que a las especies auténticamente marinas se refiere, no se ha planteado hasta tiempos relativamente recientes una verdadera necesidad de repoblación. En tercer lugar porque, así como en el agua dulce no es difícil acomodar las condiciones del medio a las necesidades requeridas por las especies cultivadas, dados los volúmenes relativamente reducidos de agua que se manejan,

no pasa los mismo en el mar, donde esos volúmenes son ingentes y donde es prácticamente imposible, sin aislar las aguas, variar sus condiciones físico-químicas aún en grados insignificantes.

Eso no quiere decir que no existan cultivos de peces marinos, pero se refieren principalmente, por no decir casi exclusivamente a especies eurihalinas y euritermas, de aguas salobres o hipersalinas, que suelen vivir en lagunas litorales, más o menos comunicadas con el mar, en las que es fácil conseguir un aislamiento del mar libre y operar ya, con volúmenes mucho más reducidos de agua.

Son objeto de este tipo de cultivos un cierto número de especies clásicas, entre las que están, principalmente, las anguillas, las diferentes especies de lisas, las doradas, las herreras, las lubinas en determinadas ocasiones, y pocas más.

En todos los casos se aprovechan los hábitos migratorios de las especies, que ponen en el mar, más o menos lejos de la costa y se desarrollan en zonas costeras de aguas confinadas hipo o hipersalinas.

Uno de los casos más típicos es el de las lisas que se cultivan por ejemplo, en las lagunas de las regiones veneciana, de Túnez o de nuestro Mar Menor, en Murcia. En este último caso, es sabido que la comunicación con el mar se verifica a través de unos estrechos canales o eglosas. Estas se cierran por medio de unas instalaciones especiales, las encañizadas, que son filas de cañas clavadas en el fondo, verticalmente, y separadas de forma que permiten la entrada en la laguna de los ejemplares jóvenes e impiden la salida de los adultos.

Las lisas ponen en el Mediterráneo y los juveniles, por las golías, entran en el Mar Menor a través de las encañizadas. Allí, durante un cierto tiempo se desarrollan y crecen, para adquirir la madurez sexual, y adquirida ésta, al tratar de volver al mar son interceptados por las encañizadas y conducidos por medio de trampas especiales a determinadas cámaras en las que son pescadas.

Este fué el primitivo procedimiento de cultivo, aplicado como decimos a las doradas, herreras, lubinas y anguillas, aunque en este último caso, el desarrollo se verificase en lagunas litorales de agua

dulce como la Albufera de Valencia. El cultivo, como se ve, se reduce a una estabulación formada de los individuos. Posteriormente el procedimiento se mejoró, tanto por una mayor adecuación de las lagunas litorales (variaciones voluntarias de la salinidad y de la temperatura por el juego de mezcla de aguas saladas y dulces, como ocurre en los evalls de Venecia), como por la siembra de juveniles en las lagunas interiores, como por la puesta en marcha de la fecundación artificial, verificada en estaciones especiales y a base de los ejemplares maduros pescados en su intento de volver al mar.

En tiempos relativamente recientes se han iniciado otras modalidades de la piscicultura. Han consistido éstas en la modificación de las condiciones nutricias de las lagunas en las que se verificaba el cultivo, fertilizando sus aguas por aportes artificiales de nitratos y fosfatos. Como consecuencia de esta fertilización aumentó la cantidad de plancton vegetal y subsiguientemente la del animal, iniciándose así un incremento en la capacidad alimenticia de las aguas, a que ya nos referimos en capítulos anteriores, y obteniéndose un notabilísimo aumento de la velocidad de crecimiento de las especies estabuladas. Estos experimentos se iniciaron en Escocia, en ensenadas o bahías fácilmente aislables del mar, para evitar la difusión y pérdida de los fertilizantes empleados, y operando sobre pleurosectiformes, es decir, sobre lenguados, platijas, etc., etc.

LAS CARTAS DE PESCA

Las especies de animales marinos tienen, como las restantes, sus correspondientes áreas de distribución geográfica y dentro de cada una de ellas ocupan diferentes lugares con arreglo a sus características biológicas, en dependencia también de los factores de nutrición, sus medios ecológicos, sus migraciones, características físico-químicas, etc., etc.

Es sabido que tal o cual especie no se encuentra más que a tales profundidades, sobre fondos de determinada calidad, acompañada de tal o cual otra especie y durante determinada época, siendo inútil buscarla si cualquiera de aquellas condiciones no se da.

Una carta de pesca sería, por lo tanto, una carta marina en la que se indicasen con los signos convencionales que fuesen, la distribución de las especies las zonas ocupadas por cada una de ellas, las épocas de presencia, etc., a fin de que los pescadores pudieran ir a buscarlas allí y no a otros sitios, pescando a la ventura.

Esto que por sí solo sería un dato inestimable, está muy lejos de constituir una auténtica carta de pesca. Téngase en cuenta que no basta con saber que en un lugar determinado vive una especie. Hay que capturarla y los procedimientos de pesca implican un conocimiento previo, detallado, de las características de los fondos sobre los que ha de operarse. Una red de arrastre, por ejemplo, no puede ser empleada sin peligro de pérdida, sobre un fondo rocoso o coralígeno, o excesivamente fangoso, o de topografía muy accidentada.

Es condición previa indispensable, por consiguiente, el conocimiento de la topografía de los fondos y de la constitución de los mismos, es decir, la confección de la carta batimétrica en la que, además de las isobatas y de las sondas complementarias que se estimen convenientes, se marque si los fondos son de grava, cascajo, arena, conchuela, fango, piedra, coral, etc., etc. De esta forma, el pescador sabrá sobre qué profundidades pesca y si puede utilizar sin peligro tales o cuales

artes. Pero también deben ser señalados otros accidentes, y así en las cartas de pesca se indican los barcos hundidos, pecios, etc., etc.

Aunque las cartas de pesca no deben ser utilizadas para la navegación, han de indicarse en ellas, como datos de referencia, los faros, otras señales marítimas y sobre todo los principales accidentes de la costa, que han de servir a los pescadores para marcar, por enfilaciones, las situaciones de los caladeros.

Sobre esas cartas batimétricas se marcan las situaciones y distribución de los caladeros y las especies que los constituyen, y siempre que es posible, lo mismo las que son objeto de explotación como aquellas que sin serlo constituyen el medio ambiente de las anteriores, puesto que de la comparación de los resultados de las pescas, con las indicaciones de la carta, se obtendrá el dato del estado de los fondos y de su arrasamiento posible y de la necesidad de dejar a los caladeros en periodo de descanso, para la regeneración de sus condiciones originarias.

Las cartas de pesca deben ir acompañadas de un texto en el que se hagan observaciones complementarias, frecuentemente las de las épocas de presencia o ausencia de las especies, de sus requerimientos térmicos y halinos, etc., etc. y en fin, de todo aquello que pueda servir al pescador para facilitar su trabajo.

CAPITULO XXXIV

PUERTOS Y BARCOS PESQUEROS

Mientras la pesca se limitó a ser una industria de carácter puramente local, que sólo en pequeño grado trascendía más allá de las poblaciones inmediatas al litoral, utilizando para ella pequeñas embarcaciones, ni éstas precisaban de características e instalaciones especiales, ni los puertos en los que tenían sus bases diferían de los normales en toda población marítima, bien se tratase de simples puertos de abrigo o refugio, bien de los mucho más importantes y complicados, destinados al comercio y a los transportes marítimos.

Pero a medida que la industria marítima aumentó en importancia y en complejidad, cuando las embarcaciones tuvieron que aumentar su potencia y adaptarse a las necesidades específicas de cada modalidad de la pesca—siendo construidas expresamente para ellas—, en el momento en que el producto de sus capturas comenzó a difundirse por el interior de los países, precisando de unos tratamientos previos para su transporte y consumo, y cuando el volumen de las flotas pesqueras llegó a grados en que los puertos normales existentes, ni eran capaces para albergar simultáneamente a las flotas comerciales de transporte y de pesca, ni tenían las instalaciones adecuadas para atender a las últimas, tanto los puertos como las embarcaciones dedicadas a estas actividades tuvieron que independizarse de los otros y otras, naciendo así las flotas pesqueras específicas y los puertos pesqueros, cuyas características, desde un punto de vista general, describiremos a continuación.

LOS PUERTOS PESQUEROS

Desde el momento en que el barco pesquero abandona el puerto normal para depender exclusivamente del especial de pesca, éste tiene que poner a su disposi-

ción todo cuanto necesita para el ejercicio de sus actividades. Estas requieren, en principio, de los servicios portuarios necesarios para cualquier embarcación, sea o no de pesca, de los específicos que corresponden a un barco pesquero y de los complementarios destinados al comercio de la pesca, a las tripulaciones y operarios del propio puerto, servicios administrativos, etc., etc.

Desde el punto de vista de los servicios portuarios, comunes a otros tipos de puertos, los pesqueros han de estar dotados: de los muelles de atraque correspondientes, protegidos por los espigones que hagan falta, contra los malos tiempos; de las luces y balizas que sean precisas, y de los servicios generales, de suministro de agua, carbón, combustibles líquidos, etc., etc. Deberán existir las grúas correspondientes, y los accesos suficientemente amplos, hasta los muelles de atraque, para el transporte hasta los barcos de los materiales y suministros que se precisen, bien por automóvil, bien por ferrocarril.

Los servicios comerciales de suministros diversos deben estar lo más próximos posibles al puerto, a fin de facilitar la adquisición y transporte de los mismos.

Como servicios anejos e indispensables, el puerto pesquero debe contar con número suficiente de varaderos para el carenado y reparaciones que precisen los barcos, siendo conveniente la existencia de astilleros, si no en el propio puerto, si al menos en sus proximidades.

Como servicios ya específicos de un puerto pesquero, este debe contar con las siguientes instalaciones (fig. 306).

1.º Muelles de atraque, con sus servicios auxiliares de suministros de agua dulce y salada limpia (no procedente del mismo puerto), mangueras, grúas, vagonetas, etc., distintos de los de atraque

para suministros, y dedicados éstos exclusivamente a la descarga de la pesca capturada. Dado que las operaciones de carga y descarga se realizan a cualquier hora, pero muy frecuentemente de noche, todos estos muelles deben contar con una espléndida iluminación.

2.º Tinglados, paralelos a los muelles de descarga, destinados a la manufacturación o preparación del pescado, bien para su expedición inmediata a los mercados, bien para su conservación. A estos efectos, los tinglados deben contar con los siguientes servicios:

a) Locales amplios, bien iluminados natural o artificialmente, con aguas dulces y de mar corrientes, con estanques, pilas, etcétera, donde lavar y seleccionar la pesca procedente de las calas de los barcos, y envasarla para su inmediato transporte.

b) Suministro de hielo triturado para la conservación del pescado que ha de ser reexpedido inmediatamente.

c) Cámaras frigoríficas independientes para cada armador, empresa o particular dedicados al comercio de la pesca, que disfrute de un departamento de los tinglados.

d) Básculas para el peso de la pesca.

e) Depósito para envases destinados al transporte de la pesca.

f) Locales para oficinas.

Los tinglados de referencia, paralelos a los muelles de desembarque de la pesca, deben estar divididos en sectores transversales que ocupen toda su anchura, cada uno de los cuales debe ser ocupado por un armador o compañía armadora, de forma que la pesca que proceda de un barco pesquero de su propiedad, o cuya pesca se haya adquirido, se desembarque frente a la puerta de su sector, teniendo los servicios seriales, es decir, que el compartimiento más próximo al muelle esté destinado al peso inicial de la pesca desembarcada, a su lavado y selección; que en el segundo se proceda a su envasado o empaquetado, con hielo si ha de ser transportado en esa forma, o en la que sea (congelado entero, congelado en filetes, etcétera, etc.); y que en tercero, es decir, en el opuesto al muelle, se proceda al peso definitivo, al etiquetado y precintado de los envases, sabiendo por la puerta

posterior del recinto, que estará a suficiente altura sobre el suelo, para poder cargarlo sin esfuerzo sobre los camiones o vagones del ferrocarril que tendrán acceso a dicha puerta.

3.º Como es natural, en el puerto pesquero y como servicio general, común a todos los que lo utilicen, debe existir una fábrica de hielo, de suficiente capacidad, que lo proporcione en barras o triturado a los barcos que emplean este procedimiento de conservación y una instalación frigorífica de congelación, en la que se pueda almacenar cantidad suficiente de pescado para retenerlo en perfecto estado en las fases de abundancia, y darle salida en las de escasez, regulando de esta forma la equilibrada distribución de la pesca, y las altas y bajas de los precios, que de esta forma pueden ser mantenidos con estabilidad.

4.º La lonja de venta y subasta de la pesca. Es decir, un local convenientemente instalado, con servicios de exposición de la pesca que se va a subastar, telefónicas y postales, sucursales bancarias, etcétera etc., y en el que, antes de procederse a la descarga de los barcos, y a la vista de las muestras de la pesca sacadas de las bodegas de los mismos, se procede a la venta —al mejor postor y en las muy diversas y curiosas formas en que esta típica operación se realiza— de la pesca traída al puerto.

5.º En lugar no muy alejado de los muelles de atraque y suministro deberá existir un espacio, convenientemente adecuado, para el secado y reparación de redes y aparejos (fig. 397).

Las principales instalaciones o servicios complementarios que deben existir en un puerto pesquero son los siguientes:

1.º Servicios administrativos del puerto pesquero.

2.º Dirección técnica del mismo, siendo lo ideal que cuente con asesoría biológica pesquera, como ya ocurre en algunos de ellos.

3.º Servicios sanitarios destinados al control de salubridad y estado de conservación de la pesca.

4.º Servicios de comunicación, tanto los postales y telegráficos o telefónicos que permitan comunicar al puerto con

las poblaciones del resto del país, como los de radio que permitan establecer contacto desde el propio puerto con los barcos que en la mar estén realizando sus faenas de pesca.

Finalmente, en el puerto pesquero deben estar instaladas las instituciones profesionales, corporativas, médicas y culturales relacionadas con la pesca o con los que la ejercen, tales como los pórtos y cofradías de pescadores, los centros culturales, como escuelas elementales o medias de pesca; los comedores, clínicas de urgencia, centros de recreo, bibliotecas, etcétera, etc., que permitan, a los operarios del puerto o a las tripulaciones de los barcos, la adquisición cómoda de conocimientos en sus breves estancias en tierra, la fácil resolución de sus problemas profesionales, o el descanso y la diversión cómoda y agradable, mientras esperan la nueva salida a la mar.

LOS BARCOS PESQUEROS

Como decimos anteriormente, los barcos destinados a la pesca, que en un principio fueron simples embarcaciones a remo y posteriormente a vela, pero del mismo tipo que los que servían para otros menesteres náuticos, a medida que la pesca se ha ido complicando, han sufrido un paralelo proceso de complicación y perfeccionamiento, hasta llegar a la situación actual, en la que existe una construcción naval especialmente dedicada a este tipo de barcos, cada uno de los cuales suele reunir características particulares y específicas.

La clasificación de los diversos tipos de barcos de pesca puede hacerse desde muy diversos puntos de vista. Dos son los más comunes: el primero, el que los ordena por sus procedimientos de propulsión, clasificándolos en embarcaciones de remo, vela, vapor y motor; el segundo, el que los clasifica con arreglo a los tipos de pesca que ejercen, siendo este último procedimiento de ordenación el que nos parece más adecuado.

BARCOS PARA LA PESCA LITORAL CON APAREJOS

La pesca litoral, en las inmediaciones de la costa, llevada a cabo con lizas o chambeles, pequeños curricanes, palan-

gres para pequeña profundidad, flóreas, flogas, nasas, etc., etc., se realiza normalmente con pequeñas embarcaciones de remo o vela (figs. 308 y 309), a veces también con el auxilio de pequeños motores que son utilizados como único medio de propulsión en unos casos y que en otros se instalan solamente con carácter de elemento auxiliar para suplir la falta de viento, los malos tiempos, etc., etc.

Estas embarcaciones de remo o vela, suelen ser de muy pequeño tonelaje, que varía desde las chalanas, diminutos botes, etc., que desplazan una tonelada o incluso menos, a algunos faluchos que sobrepasan una docena de ellas. Son frecuentemente embarcaciones sin cubierta, que no precisan de instalaciones especiales para el ejercicio de la pesca, por lo que indistintamente pueden dedicarse a una u otra modalidad de la misma.

Pertenece a este tipo de embarcaciones los botes, chalanas, gamelas, dornas, chinchorros, faluchos, etc., tan frecuentes en todas las regiones de nuestro litoral.

BARCOS APAREJADOS PARA LA PESCA LITORAL DE ARRASTRE

La pesca de arrastre en la región litoral está absolutamente prohibida cuando se ejerce por tracción desde barcos, pero no así para los llamados artes con cabo a tierra, es decir, los que se arrastran desde las playas. Se trata concretamente de dos tipos de artes principales, las jábegas y los boliches, que se autorizan como artes tradicionales en determinadas regiones de nuestro litoral, siempre que reúnan ciertas condiciones en las dimensiones de sus mallas, se calen en lugares determinados —denominados epostas— y se utilicen solamente a determinadas horas del día, frecuentemente en los crepúsculos.

Estos artes, que son redes de copo, se calan en el mar por medio de embarcaciones especiales que se alejan de tierra, dejando en ella el extremo de uno de los cabos de arrastre, largan el copo lo más alejado posible de la orilla y retornan con el otro cabo, para después tirar de la red desde tierra.

Las embarcaciones auxiliares para estas operaciones (fig. 310), conocidas con el mismo nombre que el arte, es decir, con el de jábega, son de remo, con la proa

y la popa similares, que recuerdan por su porte a los carabos moros (fig. 311), con los que indudablemente tienen marcadas relaciones de parentesco, que se extienden incluso a sus motivos ornamentales. Son particularmente típicas las jábegas malagueñas.

En cuanto a los boliches, se calan con simples botes de remo o chinchorros, sin particularidad especial alguna.

BARCOS APAREJADOS PARA LA PESCA CON ARTES PELAGICOS LITORALES O COMO AUXILIARES DE ARTES FIJOS ESPECIALES

Para la pesca con artes de deriva litorales, que se calan en las inmediaciones de la costa, como los trasmallos, sardinales o jeitos, etc., etc., se utilizan, como en el caso de los aparejos litorales, barcos de remo, vela o con pequeños motores, de pequeño porte, con o sin cubierta, y como en aquel caso, con casco de madera. Son también botes, chinchorros, gamelas, dornas, faluchos, etc., a los que hay que agregar las trañeras, alguna goleta (fig. 313), etc., con desplazamientos que tampoco superan, salvo excepción, la quinceena de toneladas.

Ninguna de estas embarcaciones, como las anteriormente citadas, suelen necesitar de instalaciones portuarias especiales, siendo muy frecuente que incluso, una vez terminadas las faenas de la pesca, sean varadas en las playas, en espera de la nueva salida a la mar.

En la instalación y funcionamiento de determinados artes especiales, como ocurre con las almadrabas, por ejemplo, es necesario el concurso de una serie de embarcaciones, que actúan como auxiliares de la instalación y que pueden tener las más diversas características, pero que deben ser consideradas, en todo caso, como auténticos barcos de pesca.

Los principales tipos de embarcaciones que intervienen en la pesca de las almadrabas son los siguientes: 1.º Los botes de remo que se emplean para múltiples faenas accesorias, como vigilancia de las relingas, traslado del personal de la almadraza de unas embarcaciones a otras, faenas de amarre y fondeo de las embarcaciones mayores o del propio arte de la almadraza, etc., etc. 2.º Los barcos gran-

des, frecuentemente de vapor, pero también de motor, de porte de un centenar de toneladas, destinados al remolque y al calamento y levantada del arte, labor de gran trabajo, en la que se manejan pesos muy considerables, como los de los numerosos anclotes de varios centenares de kilos, que sirven para el adrizado de las redes de la almadraza y para cuyo fondeo o izado cuentan a proa con los correspondientes y poderosos chigre y gavieta. 3.º Los barcos auxiliares para el transporte desde los almacenes a los lugares de calamento del material de la almadraza, es decir, auténticas gabarras, que posteriormente han de servir para transportar desde la almadraza a la fábrica a los atunes capturados. Suelen tener cubierta, aunque los hay sin ella, y en no pocas ocasiones son utilizados a remo, lo que supone, dado su gran tamaño, la necesidad de gran número de remeros. Como es general en los barcos auxiliares de las almadrabas, son de proa y popa muy similares. 4.º Los barcos auxiliares de la pesca (figs. 312 y 314) que son los encargados de formar el cuadro alrededor de la cámara donde se recogen los atunes y que son similares a los anteriormente citados, distinguiéndose de ellos en que están armados de palos y aparejos para la más fácil maniobra de la levantada del fondo de la red, y entre los que se destacan dos tipos por su mayor porte, la denominada «sacada», que es la que más activamente realiza la operación de la levantada y desde la que se dirige la operación, y la que se sitúa a su frente, de porte y características similares, que se denomina «esteta». 5.º La embarcación que actúa de baliza, que es una pequeña, frecuentemente vieja e inútil para otro servicio, cuya flotabilidad se aumenta por la adición de diversos flotadores (bariles, bloques de corchos, etc.), y que se sitúa en el extremo más exterior de la almadraza, para señalar la presencia de la misma, para lo cual está dotada, de día, de amplios gallardetes, y de noche, de las correspondientes luces de situación.

BARCOS APAREJADOS PARA LA PESCA DE ARRASTRE COSTERA

La pesca de arrastre está permitida solamente, como es sabido, por fuera de las tres o seis millas de aguas jurisdiccionales, o por fuera de determinadas profun-

didades, en regiones de la costa, en las que, por la estrechez de la plataforma continental, a aquellas distancias ya se encuentran profundidades demasiado considerables para poder llevar a cabo esta pesca. A ésta, es decir, a la de arrastre costera, como a la de las especies pelágicas de la misma zona, se ha dado en llamar pesca de *ebajuras*, sin duda por oposición a la pesca de alta mar o de *alturas*. Si bien es lógico admitir la denominación de pesca de altura, pues corresponde a una modalidad de navegación, que se lleva a cabo en el ejercicio de ese tipo de pesca, no nos parece adecuado admitir la palabra *ebajuras*. Ni hay una navegación de *ebajuras*, ni este tipo de pesca es lo contrario de la de altura—que en ese caso sería quizá apropiado utilizar el nombre opuesto—, ni por otra parte, el que esta pesca se realice a menores profundidades que la de altura, justifica el empleo del término *ebajuras*, que no es expresivo de esa circunstancia.

Por ello estimamos más apropiado el término de pesca costera, que es el que empleamos, y que, por otra parte, se corresponde con el tipo de navegación que implica, de la misma forma que en el caso de las navegaciones y pesca de *alturas*.

Como decimos, la pesca de arrastre puede verificarse en zonas relativamente próximas a la costa y se lleva a cabo por medio de dos artes diferentes: las *parejas* y los *ebous* o *ebacas*.

Los artes de *pareja* son redes de arrastre, remolcados simultáneamente por dos barcos. Durante mucho tiempo, y en algunos lugares aún se siguen realizando, los barcos que remolcaban estas redes eran de vela (fig. 315), sobre todo en el Mediterráneo, donde eran clásicos los *falucho*s de vela latina, *mesana* y *foque*, que arrastraban estas redes y que una vez terminadas las faenas de la pesca eran varadas en las playas arrastradas por los *bueyes* o *ebous* (fig. 316), dándose la circunstancia curiosa de que el nombre de *ebous* del *bou*, que hoy se aplica a los barcos que pescan al arrastre con puercas, que son de mucho mayor porte que aquellas *parejas*, y que por ello nunca se viran en las playas, corresponde en realidad y por derecho a las *parejas*, herederas directas de aquellos antiguos *falucho*s y *laudes* mediterráneos, en los que, carentes de los modernos pro-

cedimientos para el filado y virado de los cabos, cables y redes, todo se hacía a brazo con el consiguiente esfuerzo.

En la actualidad, los artes de *pareja* son remolcados por embarcaciones de vapor o motor (fig. 317 y 318), de mayor tonelaje que las antiguas de vela. Son barcos que desplazan de treinta a sesenta toneladas, y que van equipados especialmente para este tipo de pesca, con *chigres* especiales para lanzar y recoger las *mallas* y cables que se precisan, en longitudes de varios centenares de metros para este tipo de pesca; de los *sondadores* acústicos o *ultrasonoros* que les permiten la constante determinación de la profundidad y aun de la calidad del fondo, cuando no de la presencia de los bancos de pesca; de las *calas* o *bodegas* especialmente preparadas para la conservación de la pesca en hielo; de las instalaciones de *radiotelegrafía* y *radiotelefonía* que les permiten estar en permanente contacto con tierra, etc., etc.

Los barcos dedicados a la pesca del *ebous*, es decir a la pesca de arrastre con un solo barco, necesitan de instalaciones especiales que no son precisas en las *parejas*. Como es sabido, para que la red que arrastra el único barco que realiza la pesca se abra, en los cables de tracción de ésta se intercalan las *apuertazas*, que haciendo el efecto de *cometas* separan los cables y mantienen abierta la boca de la red. Los dos cables de arrastre, que parten de una *maquinilla* o *chigre* común, con dos *tambores* independientes, salen del barco en dos formas distintas en dependencia del porte del barco. En los pequeños, que son los que realizan este tipo de pesca en la región costera y que ignoramos por cuál razón se han dado en llamar *ebacas* (puesto que aunque fuese por analogía con la palabra *ebous*, la denominación adolecería de grafía incorrecta), el lanzamiento de los cables se realiza por la *popa*, por medio de dos *roldanas* o *gavietes*. El tonelaje de estas embarcaciones no suele superar a las *setenta* toneladas, y por lo demás van equipados en la misma forma que las *parejas*.

Los de mayor tonelaje, intermedios entre las *ebacas* y los *ebous* de altura, con desplazamiento de hasta unas 150 toneladas y denominados también *ebous*, se diferencian de las *bacas* en que el lan-

zamiento de los cables no se verifica por la popa, sino por un costado, para lo cual cuentan en ambas bandas de unos pesantes especiales, uno a proa y otro a popa, de los que parten los cables, tanto en el lanzamiento, como decimos, como en la operación de virado de arte, si bien la tracción se verifica de un solo punto, no completamente a popa, pero sí lo más próximo posible a ella, como se describe, más adelante, al tratar de cada uno de los tipos de artes y procedimientos de pesca.

Tanto las «bacas» como los «bous» se construyen indistintamente de madera o acero, aunque como en el resto de las construcciones navales se tiende a la construcción metálica con preferencia a la madera.

BARCOS APAREJADOS PARA LA PESCA PELÁGICA COSTERA

La pesca de las especies pelágicas, en la región costera, se realiza principalmente con los artes de acero, y especialmente con los llamados «cerros» de jareta, de los que existen diversas modalidades, como las «tarrafilas» y «tarrafas», que no responden en realidad más que a sus diferentes dimensiones. Siempre son artes de gran volumen (las «tarrafas» llegan a sobrepasar el kilómetro de longitud) y las embarcaciones con las que se realiza esta pesca suelen ser de porte mediano, es decir, de unas setenta toneladas.

Son de madera o acero, de vapor o motor, más frecuentemente lo último, y sobre todo recientemente, en que este tipo de propulsión, más cómodo y económico, se va imponiendo en este como en los restantes modelos de barcos (fig. 319). No precisan de instalaciones demasiado especiales. Bastan las típicas maquinillas con sus tambores y motones para las maniobras del virado de los cabos o cables de la red; la «roidana» o «gavietes» correspondientes, distribuidos por diversos puntos de las bordas, a banda y banda, a proa y a popa, y las plumas o grúas necesarias para auxiliar en las faenas de cobrar el arte.

Van dotados estos barcos de sondadores de eco, de lupas de pesca, es decir, de detectores que permiten la localización de los bancos con gran precisión, a fin de poder realizar los lances sobre seguro.

La pesca es conservada en hielo en las bodegas, siendo frecuentemente que sus salidas sean cortas, frecuentemente de una sola noche, ya que estas pescas se realizan en los crepúsculos.

Las características especiales de estos barcos se refieren principalmente a sus botes auxiliares, en dependencia con alguna modalidad especial de este tipo de pesca, como es la de la atracción de los bancos por medio de la luz. Los barcos que realizan la pesca con artes de cerco y con luz, van siempre auxiliados por un cierto número de botes —de uno a tres— que remolcan siempre que salen a la mar, y en los que van instalados potentísimos focos luminosos (fig. 320), antiguamente de acetileno, más recientemente de gasolina y que en la actualidad comienzan a ser eléctricos, que penden, por la popa de los referidos botes, de armaduras especiales.

Aparte de la pesca pelágica con las redes de cerco, es muy frecuente y sobre todo en determinadas épocas del año, la pesca de especies también pelágicas pero no con redes, sino con aparejos de anzuelo de diversas modalidades, que en realidad no son sino modificaciones o adaptaciones especiales de los «curricanes». Se ejerce principalmente esta pesca para la captura de los «escómbridos». Iniciada desde muy antiguo por barcos de muy diversos tipos, que aparejaban ocasionalmente para esta pesca, es en la actualidad una de las que han llegado a la mayor especialización, que ha culminado en tiempos muy recientes con la construcción de los famosos «Tuna-clippers», los barcos «atuneros», a que nos referimos líneas más adelante.

Como decimos, es frecuente que para este tipo de pesca no se construyan barcos especiales. Cualquiera dedicado a otra modalidad pesquera y en nuestro país frecuentemente los pequeños bous y bacas, los sardineros, etc., en épocas en que su pesca habitual decae, se arman para este otro tipo de capturas, ya que en su modalidad más sencilla, tal aparejo es muy fácil de hacer, ya que se reduce a la instalación de las «pértigas» que, a banda y banda y con diferentes longitudes, han de soportar la tracción de los diversos «curricanes» que el barco arrastra. No se precisan otras instalaciones especiales, siempre que el barco no se aleje

demasiado de sus bases y que realice la pesca por el procedimiento clásico de arrastrar los curricanes sin otro cebo que los señuelos de trapos de colores u hojas de maíz, por ejemplo, que enmascaran a los anzuelos.

En las Islas Canarias y en determinadas épocas del año, no pocos barcos dedican sus actividades a esta pesca. Son frecuentemente embarcaciones que en otros meses se dedican a la de arrastre en pareja, de vapor o motores, que arman sus correspondientes pértigas dedicándose a la captura de los atunes de aquellas aguas, los patudos y rabiles, pero empleando anzuelos cebados con peces muertos, principalmente eschuchos (Dentex macrophthalmus), que de cuando en cuando les proporcionan los barcos de arrastre en pareja o los boms, de las mismas compañías armadoras, que pescan en las proximidades.

Desde hace relativamente poco tiempo, se ha desarrollado de manera extraordinaria una nueva modalidad de la pesca de especies pelágicas, fundamentada en la circunstancia de que los escombridos acuden mucho más a los anzuelos cebados con peces vivos, que a los que llevan ejemplares muertos. Estos barcos, que en realidad no pescan con curricanes y a barco en marcha, sino con cortas y gruesas cañas y a barco parado, ceban los anzuelos con diversos peces vivos, pero principalmente sardinias o especies similares, boquerones, etc., que conservan en tanques especiales.

Ello supone un acondicionamiento complicado de estos barcos, los atuneros o estuna-clippers (fig. 321), a que anteriormente nos referíamos. Es bien sabida la enorme dificultad que supone el conservar vivos, en cautividad, a los cupleidos y peces afines, que son los que fundamentalmente constituyen el cebo vivo en esta pesca. Para su conservación, estos barcos llevan tanques especiales en los que por medio de poderosas bombas se produce una activísima renovación del agua, que de esta forma se habilita para la estabulación de estas especies. Pero estos barcos han de ir dotados, además, de las redes y los accesorios necesarios para la captura de las especies que han de servirles de cebo en su pesca específica, artes que frecuentemente son cercos de jareta o similares, por lo que

deben ir acondicionados para su empleo, como un barco esardinero más.

La pesca de los escombridos, que como decimos se verifica con cañas cortas, no se realiza, frecuentemente, desde la cubierta del barco, sino desde una especie de pasarela con borda que lo circunda, instalación que ha de hacerse especialmente. Como además estos barcos suelen alejarse mucho de sus bases, aunque no se separen demasiado de la región costera, que es la que suele frecuentar los escombridos a cuya pesca se dedican, y permanecen mucho tiempo en la mar, sin regresar a puerto, la conservación de la pesca en hielo es insuficiente e inadecuada, aparte de que de llevarse a cabo, el peso y el volumen del hielo necesarios, restringirían de manera considerable la capacidad de almacenamiento de sus bodegas. Por ello estos barcos van dotados de instalaciones frigoríficas de congelación a bajas temperaturas (hasta treinta grados bajo cero), lo que supone unas instalaciones complementarias de compresores, motores auxiliares, etcétera etc., que hacen de estos barcos, como decíamos anteriormente, de los más específicos y complicados de los que integran las flotas pesqueras.

Suelen ser de madera, ya que sometidos a trabajos intensivos, su vida no suele ser larga como tales barcos atuneros, no compensando la construcción de cascos metálicos. Van dotados de motores muy poderosos ya que precisan de grandes velocidades y sobre todo, de enorme autonomía. Su porte es igualmente de relativa consideración. Son barcos que alcanzan los treinta metros de longitud, que con frecuencia superan las 500 toneladas de desplazamiento. Como todos los modernos barcos de pesca, van dotados de los aparatos detectores correspondientes, que facilitan la localización de los bancos de peces.

Finalmente, en cuanto a la pesca en la región costera de refiere, existen no pocas embarcaciones dedicadas a la pesca con diversos aparejos, como los palangres de fondo, las nasas, etc., etc. No se trata, en general, de barcos especialmente aparejados. En muchos casos son unidades que ocasionalmente practican este tipo de pesca, cuando faltan las especies a que normalmente se dedican. Y en general, aunque sean embarcaciones de

motor, no suelen ser de gran porte, ya que la intervención del barco en sí, en las faenas de pesca, con estos aparejos, se limita a los actos de lanzarlos al agua y recuperarlos de nuevo, bastando para ello en muchos casos la existencia de un sencillo chigre o maquinilla, y la de alguna roldana fuera de borda o gaviotes que faciliten aquellas maniobras.

BARCOS APAREJADOS PARA LA PESCA DE ALTURA

Se trata siempre de barcos de vapor o motor, aunque en determinados casos, como en la pesca del bacalao y por parte de algunos países, no dejen de perdurar las antiguas y típicas goletas y pailebotas de otros tiempos.

La pesca de altura, salvo en el caso de los barcos alumeros a que anteriormente nos hemos referido, y en la que se capturan especies pelágicas, se reduce a la de arrastre, en sus dos modalidades de pareja y arte de puercas. Las características de los barcos son exactamente las mismas que las que tienen sus similares que desarrollan esa pesca en la región costera. Sólo varía su tonelaje, que llega a ser hasta 1.600 toneladas (fig. 322), como ocurre con los grandes bacaladeros de nuestra flota, o hasta las 300 toneladas en el caso de las parejas que frecuentan, como los primeros, las alejadas pesquerías de Terranova o la costa del noroeste de África.

Estos grandes bous, como decimos, no presentan diferencia alguna en cuanto a las instalaciones específicas de las maniobras de la pesca, en comparación con los de menor porte. Son diferentes, en cambio, en otros aspectos. Dado lo alejado de estas pesquerías y que suelen estar fuera de puerto durante muchos meses, (a veces las campañas de pesca duran casi medio año), necesitan un enorme radio de acción, es decir, una gran autonomía y velocidad. Como el pescado, dadas las peculiaridades de su consumo, es conservado en sal —hablamos en este caso de los grandes barcos bacaladeros—, necesitan grandes bodegas donde estibar lo durante las fases de la conservación que se realizan a bordo.

Van dotados estos barcos, por otra parte, de determinadas instalaciones para la obtención de algunos subproductos,

como por ejemplo, de extractores de aceite para el tratamiento de los hígados de los bacalaos y especies afines que se capturan con ellos, como los eglefinos. Y suelen ser modelo, por otra parte, en cuanto a instalaciones complementarias, no sólo en las que directamente están relacionadas con la navegación y la pesca, como equipos de sondadores, lupas de pesca, radiotelegrafía y radiotelefonía, radar, etc., etc., sino en las que están destinadas a la comodidad en los alojamientos de las tripulaciones, que han de vivir en los barcos durante largos meses y realizando las faenas de pesca en mares frecuentemente inhóspitos y a temperaturas bajísimas, como ocurre por ejemplo, en invierno, en los bancos de Terranova.

Las parejas de altura, que hacen campañas de pesca mucho más breves, retornando a puerto con la pesca en fresco, bien para su consumo inmediato, como ocurre con las que se dedican a la pesca de la merluza en los bancos del Mar del Norte o en los del Noroeste de África, bien para su ulterior salazón como sucede con las que desde algún tiempo a acá van también a los bancos de Terranova, conservan el pescado en hielo. Como las peculiaridades de este tipo de pesca no han permitido hasta el momento la construcción de unidades superiores a las 300 toneladas, su capacidad de almacenamiento es limitada. Y a fin de que el rendimiento de las campañas de pesca sea mayor, suelen pescar en lo que llaman etrios, en lugar de parejas. No porque los barcos que intervengan en la pesca sean tres, sino porque mientras dos pescan, cargando la pesca exclusivamente en uno de ellos, otro está en ruta hacia el puerto de descarga, para dejar en él la pesca y regresar a los bancos inmediatamente, a relevar al que, durante su ausencia, ha estado rellutando sus bodegas.

Los barcos más especializados, sin duda alguna, entre los que se construyen en la actualidad, son los balleneros. Aunque no se dediquen a la «pesca», sino a la caza, entran de lleno en las flotas pesqueras y entre los barcos de altura, pues como en el caso de los bacaladeros, van a ejercer sus actividades a lugares alejadísimos de sus puertos base y están ausentes de los mismos durante muchísimo tiempo, meses con frecuencia.

Los barcos balleneros son en realidad verdaderas fábricas flotantes y se construyen de acuerdo con determinadas características necesarias para las operaciones que en ellos han de realizarse.

En primer lugar, cada barco factoría ballenero va acompañado de una verdadera flotilla de barcos de menor porte, dedicados a la caza de los cetáceos. Son éstos, embarcaciones de hasta unas 300 toneladas, de grandes condiciones maríneas, de proa altillo y puente muy a popa, enlazados ambos por una pasarela similar a la que llevan los modernos petroleros. En el castillo de proa, muy alto como decimos, va instalado el cañón lanza-arpones, que suele manejar el propio capitán del barco arponero, cuando las ballenas u otros cetáceos han sido avistadas desde las cofas de los palos del barco o localizados mediante los procedimientos de detección mecánica.

Se encargan estos mismos barcos, frecuentemente, del remolque de las ballenas capturadas hasta el barco factoría, donde han de ser industrializadas.

El barco factoría, de gran porte —los hay hasta de cerca de veinte mil toneladas de desplazamiento—, suelen tener la popa completamente abierta, con una rampa que desciende hasta el agua, dando la sensación, cuando se los ve desde la popa, de que se tratase de dos barcos unidos por un puente o cubierta común. Las ballenas capturadas son metidas dentro del barco por la rampa de popa, mediante los chigres y cabrestantes necesarios, y en cuanto están dentro del barco, ya en seco, comienzan las faenas de la preparación. Por medios completamente mecanizados, las ballenas son descuartizadas, cortadas y seleccionadas las diversas partes, para someterlas a los tratamientos ulteriores que se precisen. La obtención de la grasa, de los guanos, harinas, etcétera, se hace en el mismo barco e inmediatamente después de haber sido des-

cuartizado el ejemplar. Los aceites son guardados en los tanques que llenan las bodegas de estos barcos, y no es raro que incluso sean tratados posteriormente, en instalaciones especiales, como las de hidrogenación, de forma que cuando los barcos factoría regresan a sus bases, es frecuente que muchos de los productos de la caza, puedan ir directamente al comercio.

OTROS TIPOS DE BARCOS RELACIONADOS CON LA PESCA

Aunque no dedicados directamente a la pesca en sí, hay diversos otros tipos de barcos relacionados con la misma o a su servicio, que merece la pena citar por lo menos. Entre ellos están los siguientes:

1.º Los barcos dedicados a las investigaciones biológicas de aplicación a la pesca, dotados de los aparatos oceanográficos y de otro tipo necesarios para estas investigaciones, normalmente de marcada complicación y dificultad (figuras 324 y 325).

2.º Los barcos auxiliares de las flotas pesqueras, cada día más frecuentes, y que pueden ser de muy diversos tipos, desde los barcos hospitales que acompañan a las flotas bacaladeras por ejemplo, a los rompehielos que auxilian a los balleneros y los buques cisterna que los aprovisionan de combustibles, agua, pertrechos, etcétera, en alta mar, durante las campañas.

3.º Los barcos dedicados a la vigilancia de la pesca, frecuentemente barcos de las marinas militares, cuyo porte depende del tipo de pesquerías de que se trate, desde la pequeña lancha de vigilancia costera, hasta las corbetas o fragatas que vigilan la pesca en los bancos alejados, como ocurre con los de Terranova, costa del Noroeste de África, bancos balleneros etc., etc.

CAPITULO XXXV

LOS PROCEDIMIENTOS DE PESCA

La pesca, ejercida desde los albores de la humanidad como uno de los procedimientos fundamentales para la provisión de los alimentos, y llevada a cabo por los métodos más rudimentarios como toscos anzuelos, elementales arpones, etcétera, se realiza en la actualidad por una serie de procedimientos extraordinariamente perfeccionados, pero que en realidad siguen respondiendo a aquellos fundamentales del anzuelo y el arpón, a los que se suma otro descubrimiento o invento fundamental en la historia del hombre y de la pesca, la red, elemento de captura que, como los anteriores, es curiosísimo señalar, se encuentran en la historia de la civilización de todos los pueblos, incluso de aquellos que no han tenido relación alguna entre sí.

Es imposible tratar en un libro de la naturaleza de éste, de todos los procedimientos de pesca existentes en la actualidad, que por sí solos ocupan extensas publicaciones y diccionarios específicos.

Por ello nos limitaremos a dar cuenta de los más esenciales, citando solamente, cuando las estimemos de interés, determinadas modificaciones de los mismos que se destinan a pescas especiales.

Existe una evidente diferencia entre la pesca con redes —denominadas genéricamente *cartenas*—, y la que se realiza por medio de los anzuelos y otros aparatos o ingenios especiales —a los que en general puede asignarse el nombre de *caparejos*—, si bien esta denominación parece ser aplicada más específicamente a los procedimientos derivados del uso de los anzuelos solamente. Por ello estudiaremos por separado a los anzuelos, a los aparejos de ellos derivados y a los otros ingenios, en un primer grupo; a los artes o redes en el segundo, dejando para un tercero a aquellos procedimientos pesqueros especiales, que no entran en alguna de las dos agrupaciones anteriores.

APAREJOS Y OTROS PROCEDIMIENTOS DE PESCA DIFERENTES DE LAS REDES

LOS ANZUELOS Y LOS APAREJOS DE ELLOS DERIVADOS

Los anzuelos son, sin duda, los más antiguos instrumentos empleados por el hombre para la pesca. Construidos inicialmente de los más diversos materiales de que el hombre pudo disponer, como madera, espinas vegetales o animales, huesos, trozos de conchas de moluscos, etc., etc., y posteriormente metales, hoy se construyen de acero en sus diversas aleaciones inoxidables.

Su forma (fig. 327), aunque con ligeras variaciones, responde siempre a un modelo fundamental. Un vástago más o menos largo y recto, como el trazo vertical de una «J», seguido de una curvatura de media circunferencia, cuyo extremo se

prolonga en línea recta, en sentido contrario al de la porción recta, pero con mucho menor longitud, cuyo trayecto se termina en punta de flecha, o más frecuentemente en media punta de flecha. El trazo recto del anzuelo, que puede ser también encorvado —adoptando entonces el anzuelo la forma de una interrogación «¿» en lugar de la de una «J»—, se termina bien en una anilla, bien en una superficie plana y ancha, que sirven para anudar a ellas el sedal, cable, cabo o cadénilla, de que ha de ir suspendido el anzuelo.

Las modalidades de anzuelos son muy variadas, tanto por sus formas —aunque respondan siempre a las fundamentales expuestas—, como por sus tamaños, ya que éstos están adaptados a los de la es-

peces a cuya pesca están destinados. Navas estima que en el litoral español se utilizan más de 400 modelos diferentes de anzuelos, atendiendo a sus dimensiones, modelos numerados en orden inverso a su tamaño.

Como es lógico, el anzuelo no pesca por sí solo, y ha de vincularse a un cabo, lienza, sedal, mango, etc., etc.

En primer lugar, los anzuelos pueden ser utilizados aisladamente o en grupos, que son denominados genéricamente como poteras. Estas no son sino la reunión por sus ejes longitudinales de un variado número de anzuelos, tres o cuatro a lo sumo para la pesca de especies de peces con alicanzas (fig. 328), un par de ellos a lo sumo cuando se trata de los curricanes (fig. 330) —y en ambos casos con sus extremos terminados en punta de flecha—, y un número considerable de ellos y sin puntas de flechas, cuando se trata de las poteras destinadas a la captura de los cefalópodos (fig. 329).

Los anzuelos, como decimos, van suspendidos de diversos artilugios. Frecuentemente se trata de un simple cabo o hilo, el sedal, que suele tratarse que sea lo más invisible posible. Por ello solían construirse los sedales con tripa de gato, similar a las sedas empleadas en cirugía para la costura de heridas, si bien desde el descubrimiento de las fibras sintéticas se construyen casi exclusivamente con anylons, que da los más excelentes resultados, tanto por su resistencia a la ruptura como por su no menor elasticidad.

Cuando se trata de anzuelos grandes, destinados a la pesca de especies voluminosas, y frecuentemente voraces, en las que no importa demasiado que el cabo de que pende el anzuelo sea visible, se emplean tanto los cables de acero trenzado (aparejos de marrajera) como cadenas.

Es muy raro, aunque se den casos de ello —como en determinadas ocasiones de la pesca de las caballas, por ejemplo—, que los peces acudan a los anzuelos y los traguen, si éstos no están previamente cebados o llevan algún señuelo para atraer a los ejemplares. El cebo consiste, en general, en otros peces que se ensartan en ellos, trozos de carne, insectos, etc., etc. Los señuelos, en trapos de colores, diversos tipos de hojas, como las de maíz que se utilizan para los curricanes destinados a la pesca de escómbridos, o fi-

nalmente peces artificiales de madera o metal, pintados en tonos brillantes, que suelen ser giratorios mediante la acción de caletas supletorias colocadas en posición y forma helicoidal, a fin de que estos señuelos brillen más en el agua y llamen más la atención de las presuntas presas.

En cualquiera de los casos, salvo en el de las poteras, que actúan enganchando a los animales por tirones burcos del pescador, para que los anzuelos capturen la pesca, es necesario que ésta los ingiera. Esta circunstancia transforma inmediatamente a los anzuelos en elementos de captura selectivos, puesto que no podrán ser ingeridos, con su cebo correspondiente, más que por animales de tallas suficientemente grandes. De ahí que los anzuelos sean extremadamente recomendables como método pesquero que no destruye las poblaciones naturales y que pese a que con el descubrimiento de las redes, comenzase a decaer su uso, en la actualidad existe una corriente reivindicadora de su empleo, en muy frecuentes y determinadas circunstancias.

Los anzuelos, como decimos, provistos de sus sedales cables o cadenas, pueden ir aparejados de muy diversas formas, de las que las más corrientes son las lienzas, las cañas, los curricanes y los palangres.

LAS LIENZAS

El anzuelo, con su sedal correspondiente, va suspendido de un cabo, lo más delgado posible en relación con el peso de los ejemplares que hayan de capturarse. Se suspende a mano simplemente. El aparejo suele ir complementado por un peso, que ayuda al anzuelo a descender rápidamente al fondo, y por un flotador colocado en la lienza al nivel de la superficie. Frecuentemente, en lugar de un solo anzuelo se colocan dos o tres, bien partiendo del mismo punto de la lienza, bien a diversas distancias de su extremo. La sensación de tirón que dan los peces al morder los anzuelos, cuando se mantiene la lienza colgada de la mano, o el hundimiento del flotador, cuando la lienza se mantiene pendiente de cualquier punto de la embarcación, son las señales para elevarla y retirar la presa capturada.

Existen diversas variantes de las lienzas, también conocidas con el nombre de

elípticas en nuestra costa norte y noroeste. Se trata de los echambeles, en los que el número de anzuelos por lienza o cordeel es mucho más elevado; la esballestilla, el evolantina y el epallillo, en los que los sedales o estanzas de que penden los anzuelos no salen del cordeel directamente, sino de diversos puntos de una maderita, hierro o simple alambre, correspondientemente lastrado, que transversalmente se pone en el final de la lienza.

LAS CAÑAS

Cuando se quiere lanzar el anzuelo a distancia, bien para alcanzar mayores profundidades, bien porque si la pesca se hace desde la costa, ésta, al no ser vertical, no permita obtener suficiente profundidad, es necesario que el anzuelo se separe del pescador lo más posible. El procedimiento más antiguo y usual es el de la caña, que permite lanzar los anzuelos a gran distancia del pescador. La afición a la pesca con este procedimiento ha dado lugar a que en la actualidad existan innumerables modelos y tipos de cañas, verdaderas filigranas de la imaginación humana, con los más eficaces procedimientos para lanzar y recoger sedales y lienzas, de flexibilidades inverosímiles, de pesos ínfimos que no excluyen las mayores resistencias a la ruptura, etc., etc.

Salvo muy contadas excepciones, las cañas, como tales instrumentos, no son empleadas en las embarcaciones, limitándose su uso a la costa, puertos, etc.

Sin embargo, en determinadas ocasiones también se emplean desde los barcos y concretamente para la pesca de los escómbridos. En el capítulo anterior hemos tratado de los modernos barcos atuneros que pescan cebando los anzuelos con peces vivos. Los pescadores, decíamos también, realizan la pesca desde una especie de pasarela que circunda al barco. A fin de alejar aún más de los cascos de las embarcaciones a los anzuelos, que se dejan prácticamente en superficie, éstos cuelgan de cortas y gruesas cañas, siendo también frecuente que dado el gran peso que alcanzan los escómbridos, y su enorme fuerza, cada anzuelo penda simultáneamente de dos cañas, que un mismo pescador tiene en la mano, utilizándolas el sólo si el ejemplar es pequeño, pero pasando una de ellas a otro pescador para meter a bordo entre ambos al ejemplar, si su peso es demasiado grande.

Como procedimiento intermedio entre la caña y el currican puede citarse el utilizado por los pescadores canarios para la pesca de los atunes de la costa del noroeste de África. No se trata de una auténtica caña, ya que por sus dimensiones y disposición en los barcos, más se asemeja a las pértigas empleadas para la tracción de los curricanes; pero tampoco se trata de verdaderos curricanes, ya que la modalidad de esta pesca consiste, precisamente, en que los anzuelos se mantengan quietos en el agua, sin ser arrastrados por el barco.

Este tipo de pesca se realiza de la manera siguiente:

En las bordas del barco se ponen unas horquillas giratorias, sobre las que se apoyan unas largas cañas de bambú, de 8 a 10 metros de longitud. El extremo delgado de la caña, del cual penderá el aparejo, tiene una horquilla, formada con la misma caña, en la que, por presión solamente, se sujeta el cable grueso, a cuyo extremo va unido el alambre del anzuelo. El otro extremo del cabo va desde la caña a la cubierta y está en manos de un marinero distinto del que ha de manejar la caña.

El anzuelo se ceba con un pez entero, que frecuentemente es un cachucho (*Dentex macrophthalmus*), pescado por un arrastrero que acompaña al barco. Es frecuente que los barcos pesquen en trío, una pareja de arrastre y el atunero, que de cuando en cuando se acerca a los otros para trasbordar el cebo que necesita.

No hay lugares fijos para la pesca del atún. El barco navega de un sitio para otro hasta localizar una banda de atunes, a los que se ve perfectamente en sus zambullidas, por el color vivo amarillo de las aletas dorsales y caudal que salen fuera del agua en sus movimientos.

Para atraerlos hacia el barco se comienza por echar al agua bastantes cachuchos o la especie que se utilice de cebo, a los que para que floten, para sabotarlos, al decir de los marineros, se les ha inyectado aire en el abdomen por medio de una pera de goma.

Inmediatamente pueden acercarse los atunes al barco, siendo frecuente que entren al cebo desde la quilla y no desde fuera.

Cebado el anzuelo, se maneja la caña desde a bordo, de forma que el cebo que-

de en la superficie, sin hundirse y quieto en el agua, para lo que la caña ha de echarse hacia la proa, e ir atrásandola poco a poco, girándola sobre la horquilla, para compensar el movimiento de avance del barco y dar así a los atunes la sensación de que el cebo es uno más de los peces embayados que se lanzaron antes.

En el momento en que alguno muerde el anzuelo, su intento de escapar hace que el cabo, que sólo estaba sujeto a la caña por la presión de la horquilla, se suelte, y entonces es halado el atún, hasta que queda junto a la borda, siendo izado por medio de ganchos.

Inmediatamente se vuelve a empezar, y es frecuente que las pescas se sucedan ininterrumpidamente, pues, cuando, al decir de los pescadores, los atunes se encelana, llegan ha pescarse hasta sin cebo en el anzuelo, y aunque se trate de ejemplares heridos en un intento anterior de pesca.

De todas formas es una pesca muy irregular, pues son frecuentes los casos de ver multitud de ejemplares alrededor del barco, comiéndose los cebos embayados, sin que, ni por casualidad, entren al del anzuelo, aunque de pronto, sin saberse por qué, empiecen a entrar a bordo a montones.

Esto tiene por consecuencia que el tiempo de permanencia en la mar de los barcos dedicados a esta clase de pesca sean extraordinariamente variados.

LOS CURRICANES

Consisten, en síntesis, en anzuelos provistos de señuelos especiales, como trapos de colores, hojas de maíz (fig. 330), o peces artificiales de metal brillante o madera pintada de purpurinas, que son arrastrados a diferentes velocidades por las embarcaciones.

Los anzuelos pueden ser uno solo o más, frecuentemente un par de ellos, unidos por sus ejes largos. Se capturan por estos procedimientos multitud de especies, pero se destinan principalmente a la de las diversas familias de escombriformes (atunes, bonitos, albacoras, peces espada, etc., etc.).

En muchos casos cada embarcación arrastra uno o dos curricanes solamente, uno a cada banda, por la popa. Y es muy frecuente que este procedimiento de pes-

ca, que no entorpece para nada a cualquier otro que practiquen los barcos, sea empleado en todos ellos, incluso en los mercantes que no se dedican a la pesca, como una mezcla de pesca deportiva y de posible suministro a la mesa de un pescado, casi siempre de excelente calidad.

Los barcos que se dedican específicamente a este tipo de pesca van dotados de mayor número de curricanes, que se instalan de manera especial.

En primer lugar, cada curricán está integrado por el correspondiente anzuelo, con su señuelo, el cual va en parte unido al anzuelo, pero también al alambre o esocalas a que aquél va unido. La sociala se une por su extremo posterior a un trozo de cordel colchado, blanco, que se denomina pémez, y ésta se une finalmente al cabo más grueso de tracción, que va hasta el barco y cuyo nombre es el de *agón*.

A cada banda de uno de estos barcos se colocan dos largas pértigas o varas de castaño (fig. 332), que sobresalen varios metros por fuera de las bordas, y que reciben el nombre de *salas*, y que distribuidas en su longitud, desde su extremo más alejado de la borda hasta ésta, llevan pendientes cuatro anillas de madera, por cada una de las cuales pasa un cabo, la *regidera*, que va y vuelve desde la anilla al barco.

Cada regidera lleva una anilla, menor que la regidera, para poder pasar a través de ella, y a dicha anilla se une el correspondiente curricán, de forma que desde la misma borda se pueden acercar o separar del casco, tirando de uno u otro cabo de las regideras—que son de eslas y evuelitas—a los agones de los curricanes.

Aparte de los cuatro curricanes que penden de cada pértiga, es frecuente que se lancen otros dos más, por la copa, desde cada banda, porque cada barco arrastra simultáneamente doce de ellos. Los seis de cada banda tienen sus nombres y características especiales. El más externo se llama *antiqué de afuera*, soliendo tener unos 60 metros de longitud. El inmediato es el *antiqué de dentro*, cuya longitud es de 54 metros. El tercero, o *berlín*, tiene 46 metros. El cuarto, el más próximo a la borda, se llama *sonjuanillo* y tiene 36 metros de longitud. El de

la popa recibe el nombre de barbero, y su longitud es de 20 metros. En algunos barcos, principalmente si son de vela, suele agregárseles un séptimo curricán, en el centro de la popa, al que se denomina obsequé, que con sus 75 u 80 metros de longitud, es el más largo de todos ellos.

Lanzados los curricanes, con el barco en marcha, los anzuelos, con sus correspondientes señuelos, van saltando en la superficie del agua, llamando la atención de los peces, que, asustados por ellos, los muerden.

Es muy frecuente que el curricán no vaya sujeto directamente al punto de tracción, sino mediante una ligadura de hilo de menor resistencia, a fin de que cuando engancha algún pez, al tirar éste se rompa la ligadura y llame la atención del pescador.

Es un procedimiento muy generalizado en determinadas regiones de nuestro litoral. En Galicia y Cantabria, como en el País Vasco, se emplea constantemente para la captura de los albacornas. En las islas Baleares lo utilizan para la de bonitos.

Curricanes, al fin y al cabo, son también los que se emplean para la pesca deportiva de peces espadas, marlines y tarpones, sobre todo en las costas americanas del Golfo de Méjico, puesto que aunque los anzuelos penden de cañas, que el pescador lleva en la mano, y después se cubren las píasas a barco parado, según unas estrictas reglas que ningún buen deportista oca infringir, no es menos cierto que la enganchada de los peces se hace con el barco en marcha, y frecuentemente a no moderada velocidad, en la misma forma que lo hace un curricán.

LOS PALANGRES.

Son otra modalidad de los aparejos de anzuelo, de gran difusión en la pesca. Representan, en realidad, una modalidad de los volatines, pero de mayor volumen, que en lugar de ser sostenidos a brazo, se calan pendientes de boyas, dejándolos en la mar durante determinados espacios de tiempo. Consisten, en síntesis, en lienzas armadas de trecho en trecho de los correspondientes anzuelos, muy numerosos por palangre. Cada lienza puede pender de una boya, pero también puede hacerlo

de otras horizontales, suspendidas a su vez por boyas. Itara vez se calan en superficie. Más frecuentemente entre dos aguas, y, sobre todo, con los anzuelos sobre el mismo fondo (fig. 331). Existen palangres para las más diversas clases de peces, pero se trata casi siempre de especies de gran tamaño, como los tiburones, los peces espada, los cóngrios, las merluzas, etc., etc.

Los palangres destinados a la captura de los peces espada, muy abundantes en el estrecho de Gibraltar, presentan algunas particularidades curiosas. Los palangres verticales penden de una lienza horizontal suspendida en sus dos extremos por flotadores o boyas de cierta magnitud. Y en el punto de que pende cada lienza vertical hay una lámina de corcho suficientemente grande para coadyuvar a la suspensión de la correspondiente lienza y para soportar el peso de un farol de aceite o petróleo.

La pesca se realiza de noche, y al calar los palangres se encienden los correspondientes faroles. Los barcos se alejan y esperan teniendo a la vista las luces. Cuando algún pez espada pica en un anzuelo, al tratar de escapar tira de la lienza; el corcho se sumerge, el farol se moja y la luz se apaga, avisando al barco que puede ir a retirar la pieza capturada.

OTROS PROCEDIMIENTOS ELEMENTALES DE PESCA

FISGAS, FITORAS Y TRIDENTES.

Son instrumentos de pesca derivados de los primitivos arpones. Consisten en largos mangos, a veces de muchos metros de longitud, que se manejan desde embarcaciones menores y que van terminados de dientes, como benedores (fig. 333 y 334), que pueden estar dotados de puntas de flecha o no, según las especies de que se trate.

LOS ARPONES.

Fueron, como dijimos anteriormente, y con los anzuelos, los más primitivos procedimientos de pesca, de los que se han derivado fisgas, fitoras y tridentes, y de los que se diferencian porque son arrojados, en lugar de mantenerse constantemente a mano.

Siguen utilizándose en la actualidad, bien en su forma originaria, como con diversas modificaciones y perfeccionamientos, y sobre todo en la pesca de los cetáceos, en la que han sido, secularmente, el procedimiento clásico de captura. Un chuzo de hierro, terminado en punta de flecha sencilla o múltiple, y frecuentemente con las puntas rebatibles, a fin de facilitar la entrada del arpón en la carne, para abrirse dentro del animal e impedir la salida, unido al mango de madera que permite arrojarlo a distancia, fué el arma ballenera empleada secularmente. A fin de no perder la presa, el arpón iba unido a un larguísimo cabo, cuyo extremo estaba firmemente sujeto a la embarcación.

Como es natural, para dar muerte a una ballena, era necesario acercarse extraordinariamente a ella y frecuentemente no bastaba un solo arpón, pese a la extraordinaria destreza de los arponeros, por lo que la pesca de estos animales siempre fué peligrosa.

Modernamente, los arpones son arrojados mediante cañones especiales. Son de mucho mayor tamaño, conservan, como los antiguos, su punta de flecha múltiple y rebatible, y su correspondiente cabo para recuperarlos si falla el tiro, pero a fin de que su efecto sea auténticamente mortífero, llevan en su interior cargas que hacen explosión cuando el arpón ha dado en el blanco.

RASQUETAS, AZADONES, ARPONCILLOS, ETC.

Para la separación de los moluscos que

viven pegados a las rocas, es frecuente el uso de las rasquetas, que no son sino a manera de espátulas metálicas, de mango corto en unas ocasiones o muy largo en otras, como las utilizadas para la pesca de los percebes, que están por debajo de la superficie, y que se manejan desde embarcaciones, con la precaución de colocar previamente debajo un salabre o salabardo, también de largo mango, para que la pifa desprendida con la rasqueta caiga en su interior y no se pierda.

Para la pesca de muchos moluscos que viven enterrados en las arenas de las playas, se utilizan diversas modalidades de azadillas o azadones, los escaños de la región gallega, con los que se remueve el fondo hasta ponerlos al descubierto.

Las navajas o muergos, que viven enterrados a una cierta profundidad, a veces a 20-30 centímetros, son capturados por medio de los llamados arponcillos. Son alambres de medio metro o más de longitud, terminados en punta de flecha. Cuando una navaja es localizada por el mariscador, por los agujeritos que en forma de un 8 se aparecen en la arena y que corresponden a los dos sifones del animal, el mariscador introduce en el suelo el arponcillo. La punta de flecha permite que el mismo atraviése de un lado a otro a la navaja, que está en posición vertical. Cuando se tira del arponcillo, las puntas de la flecha se enganchan en el animal, que de esta forma es sacado a la superficie.

CAPITULO XXXVI

LAS ARTES DE RED

Decíamos en el capítulo anterior que si en el desarrollo de la pesca tuvo importancia fundamental el invento o descubrimiento del anzuelo, no dejó de ser menor la trascendencia del de las redes, y, sobre todo, porque así como de los aparejos derivados de los anzuelos puede decirse que se estacionaron en un punto determinado, sin que se hayan realizado avances señalados en su aplicación, no ha ocurrido lo mismo con las redes, cuyos modelos y procedimientos de empleo han experimentado, y continúan experimentando, continuas innovaciones y mejoramientos.

Una red no es sino un tejido de malla, que se utiliza en diversas formas para interceptar el paso de los peces y otros animales marinos, bien esperándolos, bien yendo a buscarlos. Aunque las modalidades de las redes sean numerosísimas, hay en ellas siempre determinado número de elementos comunes y fundamentales que son, principalmente, los siguientes:

1.º Los paños que constituyen el cuerpo de la red, integrados por las mallas, frecuentemente cuadradas, rectangulares o romboidales, de diversas dimensiones, según las clases de redes y, dentro de cada red, de las diferentes partes de la misma, tejidas normalmente con cabos, hilos, etc., anudados en los cruces, pero que en la actualidad se construyen sin nudos, en máquinas tejedoras especiales, puesto que la supresión de los nudos reduce la cantidad de material necesario para la elaboración de la red, su peso, que es un factor importante, y en no pocos casos su visibilidad en el agua, que también en muchas ocasiones supone una indudable ventaja para la mayor efectividad del arte.

2.º La armadura exterior de la red, que encuadra a los paños de malla y de la que son elementos principales:

Los cabos superiores e inferiores, de-

nominados en conjunto ereリング. En cualquier caso, sea la red fija, de deriva o de arrastre, hay una parte de la red que queda más cerca de la superficie, de la cual escuelga el resto, y que se mantiene en esa posición mediante diversos tipos de flotadores — corchos, bolas de vidrio, de metal, etc., etc.—. Recibe esta relinga el nombre de ereリング superior, ereリング de corchos, ereリング de bolas, etc., etc.

La relinga opuesta, la más próxima al fondo, que va siempre lastrada, para mantener a la red extendida verticalmente si es de deriva o fija, y abierta si es de copo. Recibe el nombre de ereリング inferior o ereリング de plomos, pues aunque a veces se lastre por otros procedimientos, son los plomos los que corrientemente se emplean como tales.

3.º Los extremos laterales de la red, que cierran, con las relingas, el marco que contiene a los paños de malla cuando las redes son más o menos rectangulares o los extremos de las alas de los artes, cuando son de copo. Frecuentemente son de madera, es decir, como bastones de diversas longitudes, que también pueden ser metálicos, y reciben el nombre de escalones, que por el lado interno sirven de marco a los extremos laterales de la red y por el externo dan asiento a los extremos de los cabos de tracción de las redes o a los de fondo, etc., etc.

4.º Los cabos de fondo, tracción, etcétera, etc., que pueden ser de diversas clases, como veremos más adelante, y que parten siempre de los calones correspondientes.

Las redes son construidas con materiales de diversas clases, frecuentemente fibras vegetales como el cáñamo, el esparto, el abacá, el sisal, el algodón o la seda, tendiéndose, siempre que las condiciones de las redes lo permitan, a que estas fibras sean menos densas que el agua, como ocurre, por ejemplo, con el

abacó o con el sisal, ya que eso supone siempre un menor peso de la red en el agua y una mayor facilidad de tracción de la misma.

Modernamente se van abandonando poco a poco las fibras vegetales en la construcción de las redes, sustituyéndolas por las muy diversas sintéticas que hoy existen, como el nylon, el perlon, etc., etc., que tienen la indudable ventaja de ser menos densas que el agua; en muchas ocasiones, admitir una coloración determinada, y, sobre todo, ser absolutamente impusrecibles, lo que les da una vida larguísima, aparte de que la extraordinaria elasticidad de este tipo de fibras elimina en forma muy considerable el porcentaje de roturas que se experimenta con las redes construidas con fibras vegetales.

Estas, y precisamente para darles mayores resistencia y duración, han de ser periódica y constantemente tratadas con diversos tintes y curtientes conservadores, como el tanino, diversas sales de cobre, el catecú y, muy frecuentemente, el alquitrán.

El número de modalidades de redes es extraordinario, pero todas esas modalidades responden, en general, a un reducido número de tipos fundamentales, de las que las demás son variantes, tipos fundamentales que a su vez pueden agruparse en cuatro clases principales: las artes o redes fijas, las artes o redes de deriva, las artes o redes de cerco y las artes o redes de copo y arrastre.

ARTES O REDES FIJAS

Como su nombre indica, son redes que se colocan fijas en un lugar determinado de la costa, para interceptar el paso de los peces u otros animales marinos a cuya captura estén destinadas. Suelen ser siempre redes de contorno más o menos rectangular, que penden verticales en el agua, colgando de su rellinga de corchos y lastradas por la de plomo. La fijación al fondo se realiza por boyas, anclas, lastres o empujones de diversa índole, y la trayectoria que recorren puede ser también variable, en dependencia de las condiciones del lugar en que se calan.

Entre las principales modalidades de las artes fijas están las siguientes:

PARADERAS.

Redes rectangulares, a veces de mucha longitud (pueden llegar al kilómetro), que se calan en determinadas lagunas litorales para interceptar el paso de las especies que tienden a marchar al mar (las anguilas, por ejemplo, en la albufera de Valencia). La red vertical puede, por sí sola, no sólo interceptar el paso de los peces, sino capturarlos; pero esta misión suelen realizarla otras redes complementarias que se asocian a la paradera. Son estas redes menores en altura, longitud y diámetro de las mallas, y parten de la paradera principal, al principio perpendicularmente a ella, describiendo después un cuarto de círculo, y provistas en su extremo de otras redes en forma de trampa, denominados abutrones, a los que posteriormente nos referiremos, donde es capturada realmente la pesca.

CAZONALES.

Son redes fijas, de unos cuatrocientos a quinientos metros de longitud, y de cuatro a cinco de altura, con mallas de unos veinte centímetros de diámetros, que se calan, fijas y verticales, sobre el fondo, para la captura de elasmobranchios, y principalmente de los cazones (*Galeus galeus*). En la bahía de Alhucemas, por ejemplo, las emplean en el verano, aprovechando que las hembras de esta especie van allí a realizar la puesta. Nosotros hemos presenciado esta pesca allí, viendo cómo eran pescados más de doscientos ejemplares de esta especie, de unos dos metros de longitud cada uno, y todas hembras, al levantar una red de este tipo fondeada veinticuatro horas antes, en una madrugada.

LANGOSTERAS.

Son también redes fijas, empleadas para la captura de la langosta en las zonas rocosas próximas a la costa. En la del Sáhara y principalmente en las proximidades de La Agüera, se usan para la pesca de la langosta verde (*Palinurus regius*). Consisten estas redes en paños de un metro de altura por cien de longitud, con malla de unos 10 centímetros de lado, que se calan en las rocas, cerca de la costa, bien en unidades aisladas, bien en paños unidos en serie longitudinal. Se calan al atardecer y se levantan de amanecida, pudiendo capturar cada paño unos 300 ejemplares.

RED MORUNA.

Se emplea esta red, muy especialmente, para la captura de los langostinos (*Penaeus keraturus*) en las lagunas litorales, como la Mar Chica de Mejilla y el Mar Menor de Murcia. Consiste (fig. 335) en un lienzo de red calado verticalmente y en línea recta. A cada extremo va otra red, de las mismas características, calada también verticalmente, pero con sus extremos encorvados en forma de caracol. En el centro de las redes laterales frente a la red rectilínea, pueden ir pequeños copos.

TRASMALLO.

Los trasmallos (fig. 336), son redes muy características. Se calan verticalmente y fijas, en lugares que se sospecha son de paso para las especies que se trata de capturar.

Está constituida la red por una o varias piezas de cuarenta a cincuenta metros de longitud por dos o tres de altura, y su procedimiento de fondeo es el característico de las artes fijas, es decir, con su relinga de corchos superior y la de plomos, o piedras en algunos casos, inferiores.

Cada pieza de la red está formada por tres paños colocados paralelos y juntos. Los dos paños exteriores tienen las mallas de unos diez centímetros de luz y los hilos de que están hechas son gruesos. La red o paño intermedio a las otras dos es de hilo más fino y sus mallas no tienen más de dos o tres centímetros. Cuando cualquier pez tropieza con el trasmallo, empuja a la red de malla estrecha, haciéndola atravesar a la clara por una de sus mallas. Se forma así una bolsa de la red intermedia, en una de las externas, como una hernia, en cuyo interior queda el pez capturado, sin posible escapatoria.

Se calan estas redes en las zonas rocosas litorales, siendo empleadas para la captura de multitud de especies.

LAS ALMADRABAS.

Estas redes (figs. 337 y 338), dedicadas a la pesca de los escómbridos en general y principalmente de los atunes, en sus fases de acercamiento a las costas, durante las migraciones genéticas y tróficas, se vienen utilizando desde tiempo

inmemorial sin grandes variaciones en sus características, que se remontan quizá a tiempos de los fenicios, griegos y cartagineses.

Aun tratándose de un arte fijo, existen dos variantes del mismo: la denominada de *amonte-levas*, que sólo se cala cuando hay atunes a la vista, levantándose cuando desaparecen, y la llamada de *ebuche*, que se instala al comienzo de la temporada de paso de los atunes, y no se levanta hasta que termina.

Es un arte complicado, tanto por su gran extensión —a veces de muchos kilómetros—, como por la serie de partes y compartimientos que comprende. En síntesis, está constituida por unas largas redes verticales, que parten de tierra y se adentran en el mar, las *eraberas* —la más próxima a tierra es la *erabera* de tierras, o de *edentro*, y la más alejada la *erabera* de *fuera*— y por un cuadro, subdividido en diversos compartimientos, que se intercala entre ambas *eraberas*, a cuyo cuadro son conducidos los atunes por aquellas, y en el que son capturados.

El calamento de una almadraba es labor engorrosa y complicada, dada la enorme extensión de estas redes, que han de estar firmes al fondo de manera muy concienzuda, a fin de evitar que, una vez caladas, puedan moverse sus diversas partes, ya que en muchas ocasiones, en plena pesca, son sometidas a esfuerzos muy considerables, y no sólo debidos al efecto dinámico marino, sino a la materialidad propia de la pesca, cuando en su interior se acumulan masas enormes de atunes, con pesos igualmente considerables.

La almadraba va sostenida por una especie de esqueleto de cables de acero trenzado, firmes al fondo por medio de innumerables anclas, de peso considerable —las hay que sobrepasan los 800 kilos—, y suspendidos por otra parte por número variable de boyas, frecuentemente barriles de madera o metálicos, fondeados a su vez por las correspondientes anclas. Cuando se cala la almadraba, se comienza por el fondeo de las anclas —cuya posición se señala por los correspondientes orinques y flotadores—, y por el tendido de los cables que han de soportar a los paños de red que forman las *eraberas* y los diferentes recintos del arte.

Las partes fundamentales de una almadraba son las siguientes:

EL CUADRO.

Espacio rectangular, delimitado por redes verticales, con malla de unos 30 centímetros, que suele extenderse paralelamente a la costa y que en el flanco más próximo a ésta suele ir provisto de dos aberturas. De ellas parte hacia tierra la denominada *rabera de tierra*. El cuadro se comunica lateralmente con otro recinto, también rectangular, pero que además de las redes verticales laterales tiene otra horizontal, formando el fondo de la red, que puede elevarse por tracción, constituyendo este recinto el *ecopo* de la almadraba. En el cuadro, a su vez, se distinguen las siguientes partes (fig. 338): La cámara (D. E. G. F.), en la que está situada la *sbocas* (D. B.), y de la que parte la *rabera de tierra* (A. B.). Comunicando con la cámara, está el *buche* (G. F. I. H.), estando separadas ambas por una red vertical, que cae hasta el fondo y que puede levantarse o arriarse a voluntad, denominada *puerta bordonal*, y que permite, cuando la cámara tiene demasiados atunes, hacer pasar solamente parte de ellos a este segundo compartimiento. Finalmente, comunicando con el buche y constituyendo el extremo del cuadro se encuentra el *copo* (H. I. J. K.). La comunicación entre estas dos últimas cámaras se hace por la llamada *puerta mojarcio* o del *copo* (H. L.). Consiste esta puerta en un grueso cable, el *mojarcio*, que ocupa la posición (H. L.), al cual están unidas dos redes. Una, vertical, que puede elevarse, permitiendo el paso de los atunes desde el buche al *copo*, y otra horizontal que no es sino el comienzo del fondo del *copo*.

Los ángulos que forman los bordes externos del cuadro con las puertas del bordonal y del *mojarcio*, están protegidas por redes triangulares en forma de abanico y plegadas como uno de ellos, que matan esos ángulos, estando destinadas a impedir que los atunes escapen por ese lugar, en el que no hay costura entre las redes. Reciben estas redes los nombres de *blanca de tierra* y *blanca de fuera*, según su posición.

El *copo*, es como decimos, la parte final de la almadraba, y la única cerrada por el fondo con red. Esta red, que parte del *mojarcio*, está formada por tres sectores

cuya malla es progresivamente decreciente —a medida que se alejan del referido *mojarcio*—, siendo la menor dimensión la que corresponde a la llamada *red matador*, que corresponde al sector denominado *cámara de muerte*, donde se realizan las últimas fases de la captura o *legueta*, porción del *copo* que durante las faenas de la pesca está circundada por los barcos de la almadraba, que se acodean a las relingas de la red durante ese transcurso.

LAS BOCAS.

Son las aberturas situadas en los puntos de unión del cuadro con la *rabera de tierra*. Tienen forma triangular y cada una de ellas está formada por dos redes cuadrangulares llamadas *endiches*.

LA LEGÍTIMA.

Es una red, también vertical, como todas las de la almadraba, a excepción del fondo del *copo*, que parte de la unión de éste con el *mojarcio* (H. L.). Formando ángulo recto con ésta, y dirigiéndose hacia tierra hay otra red, la *testa*, (L. N.), que a su vez forma también ángulo recto con una tercera red, paralela al cuadro, denominada *lengua de la legítima* (N. O.). Esta, se continúa, a partir de su unión con la *testa*, con otra red, la *contralegítima* (N. M.), que a su vez forma ángulo recto con otra que se dirige hacia tierra, la *testa de la contralegítima* (M. P.), que a su vez forma un nuevo ángulo recto con otra red, también paralela a la costa, la *lengua de la contralegítima* (P. Q.).

LAS RABERAS.

Como hemos dicho son dos, la de tierra y la de fuera. La primera parte de la costa y se une al cuadro, formando frecuentemente ángulo de 90 grados con él, en el punto donde está enclavada la boca del cuadro. La *rabera de fuera*, que forma ángulo obtuso con el cuadro parte del punto de unión de la *testa* y la *lengua de la contralegítima*.

La extensión de las *raberas* es muy variable, a veces de kilómetros, dependiendo de las características topográficas del lugar. Hay almadrabas que poseen ambas *raberas*, mientras otras solamente tienen la de tierra, siendo el cuadro el final de la red.

La misión de las raberas es la interceptar el paso de los atunes y conducirlos hasta el cuadro. Hay almadrasas que pescan solamente cuando los atunes van a realizar la puesta. La rabera está orientada de forma que intercepte la ruta de llegada de los atunes hacia la costa, o la de paso, ensenándolos entre la rabera de tierra y la costa, para que al tropezar con ella, e intentar salvarla, al llegar a la legítima y contralegítima, tengan que retroceder de nuevo y entrar en el copo por las bocas, única aparente vía de escape que encuentran.

Otras almadrasas pescan, además, cuando los atunes regresan de realizar la puesta. Es preciso entonces cambiar la orientación de la rabera de fuera y ponerla en dirección contraria a como estaba originariamente. Como es natural, hace falta instalar una nueva legítima y contralegítima, con sus correspondientes testas y lenguas, que pescarán por el revés de la rabera de tierra. Tal ocurre, por ejemplo, en la almadrasa de Barbate, a la que corresponde el esquema de figura 338, en la que todos los elementos están duplicados, puesto que hay una cierta época en la que pesca simultáneamente de derecho y de revés.

El funcionamiento de una almadrasa es bien sencillo. Los atunes que vienen nadando próximos a la costa, tropiezan con la rabera de fuera. Si caen por dentro de ella, siguiéndola, llegan a las proximidades de tierra. Cuando les falta el fondo, intentan volver al mar y siguen la rabera de tierra. Puede darse el caso que en ese retorno encuentren la boca del cuadro y entren en él. Si no es así llegan al borde externo del cuadro, que también siguen, intentando volver a alta mar, pero lo impiden la contralegítima y la legítima, con sus testas y lenguas, que los obligan a retornar de nuevo hacia tierra. Y en esas idas y venidas desde tierra a la legítima y contralegítima y viceversa, acaban por encontrar la boca del cuadro y entrar en él.

Ya en éste, son empujados desde la cámara al buche, levantando la puerta bordonal; todos al son pocos, parte de ellos si son muchos. Y lo mismo se hace posteriormente desde el buche al copo. De esta forma se pueden distribuir los atunes en las tres cámaras consecutivas. Ya en el copo, y rodeado éste por las em-

barcaciones auxiliares, sacada, testa y gabarras, se comienza a levantar la red desde la sacada, que se coloca sobre el mojarcio. La red es elevada a mano, por medio de numerosísimos hombres, y a medida que es recogida, haciendo acercarse al barco al extremo opuesto del copo, donde está la testa, se va soltando de nuevo la red por debajo del casco, con lo que se va obligando a los atunes a constreñirse a un espacio cada vez menor en superficie y en profundidad. Llega un momento en que el espacio es reducidísimo, el correspondiente al sector de la red de fondo denominada «matadora», que por otra parte ya no reposa sobre el fondo. Los atunes, sin agua para nadar y aglomerados, comienzan a saltar sin orden ni concierto, se golpean unos con otros, y se agotan. En ese momento se comienza la llamada «matanza». Los atunes son enganchados con garfios, bicheros, etc., por los pescadores, que con rara habilidad los clavan y llevan a los barcos que circundan al cuadro, aprovechando el propio impulso de los atunes al coletear furiosamente cuando se sienten heridos.

ARTES O REDES DE DERIVA

Las redes de deriva son artes que se calan en el mar, pendientes de sus relingas de corchos, y de boyas en sus extremos, y que se mantienen verticales por el peso de sus relingas de plomos.

No se ponen en contacto con el fondo, es decir, no se fondean ni por anclas, lastres o muertos, por lo que quedan a merced de los movimientos del mar, olas corrientes, mareas, etc., que las hacen derivar de un sitio para otro, capturando en su decurso a los peces que encuentra y que intentan pasar a su través.

Hay muchas modalidades de este tipo de artes, de los que el más clásico y quizá importante, es el llamado *sardñal* (figura 339).

EL SARDÑAL.

Recibe también los nombres de «jeitos» o «xeritos». Las mallas son de dimensiones reducidas, en relación con el tamaño de los peces que han de capturar y que que-

dan enmallados por los opérculos, al tratar de atravesar la red. Suelen medir de 20 a 25 milímetros de lado en el cuadro. Tienen forma rectangular, y es frecuente que la franja de contacto de los paños de red con las relingas y las porciones laterales, estén reforzadas por malla más tupida y de cabo más grueso. Suelen calarse de cuatro a cinco piezas de red, en serie lineal. Cada pieza tiene unos 70 metros de longitud por 18 a 20 de altura. Los corchos son numerosos, uno cada medio metro aproximadamente, y cada 15 metros, en la relinga de corchos hay unos lazos, espiés de gallos o esenosa, que sirven para afirmar los cabos que penden de las boyas que, en unión de los corchos, soportan a la red y denotan en superficie la situación de la misma.

De uno de los extremos de la red parte una serie de cabos, a diferentes alturas, que se reúnen en uno terminal, de una treintena de metros de longitud, que va a parar a la embarcación.

La red se cala en el lugar apropiado y la embarcación se aleja manteniendo a bordo el extremo del cabo. Se dejan arrastrar por la corriente, hasta que se supone que los peces se enmallaron; se lleva la red a bordo y se procede a desenmallarlos. La operación es pesada, pero en cambio proporciona una pesca perfecta, entera, sin macerar, ni aplastada por el peso, como suele ocurrir frecuentemente con la que se captura con las redes de cerco.

Como decimos, las redes de deriva son todas variantes de este modelo fundamental, variantes que frecuentemente se refieren a las dimensiones más que a otras particularidades. Entre ellas están los salbareques o svaoreques, a que incidentalmente nos referimos al tratar de la pesca de los sábalos.

Son también redes de deriva la beta, con la que se pescan pequeños escombridos como las caballas, y otras especies como las llas, bogas, etc. La varadera catalana es otra red de deriva destinada a pescar caballas, allí denominadas *perut* o *varaf*. Las *boniteras* mediterráneas, que llegan a tener longitudes de varios centenares de metros son también artes de este tipo, como una serie de ellas, cuyos nombres se derivan de la especie que capturan, tales como la *boqueronera*, *afu-neru*, *meltera*, etc., etc.

LAS ARTES O REDES DE CERCO

Son también artes que se calan verticalmente, sin tocar el fondo, salvo excepción o accidente, pero que en lugar de dejárselas fijas en un lugar determinado, o a la deriva como las anteriormente citadas, se calan formando un cerco alrededor de la pesca que ha sido previamente localizada o concentrada artificialmente por diversos procedimientos.

Se destinan, como las redes de deriva, a la captura de especies pelágicas como sardinias, alachas, boquerones, agujas, jureles, bonitos, melvas, etc., etc.

Existen también multitud de tipos de redes de cerco, pero dentro de ellas, las diversas modalidades pueden agruparse en dos tipos fundamentales, las que solamente cercan la pesca, que después es recogida por diversos procedimientos —enmallada, con copos adicionales, etcétera—, o las que, complementariamente a la acción de cercar, se cierran por el fondo, transformándose momentáneamente en una red de copo. Son estas últimas las llamadas redes de cerco de jareta. Entre las diversas modalidades están las siguientes:

LLAMPUGUERAS.

Específicas para capturar llampugas (*Coryphaena hippurus*), muy abundantes, por ejemplo, en las Islas Baleares.

Consiste el arte en una red larga, de unos 200 metros de longitud, cuya altura crece a partir de los calones hacia el centro, al mismo tiempo que la malla se hace más tupida.

Las llampugas, como algunas otras especies pelágicas, tienen la costumbre de concentrarse bajo y alrededor de los objetos flotantes en el mar.

Conociendo esta costumbre, los pescadores fondean en lugares determinados de la costa, series de boyas formadas por planchas de corcho, de cerca de un metro cuadrado de superficie, que llevan debajo una rama de arbusto y otra encima, para hacer visible a distancia a las boyas, que ellos denominan *epanas*.

De madrugada o al atardecer, se acercan a las panas. Lanzan al agua el extremo de la red, con una boya, y rápidamente cercan a la pana, bajo la que se sospechan puedan haber llampugas. Rodeada la pana y recogido el calón con la

boya lanzada inicialmente, se comienza a meter la red a bordo. Las llampugas, aunque se vean cercadas no se hunden para escapar salvando la red por debajo de la relinga de plomos. El cerco de estrecha y al final, los peces son capturados por la porción central del arte, la de mayor altura y malla más tupida. Inmediatamente el barco se dirige a la pana siguiente y repite la operación.

LA PANTASANA.

Es otra red de cerco, sin jareta, que se utiliza, por ejemplo, en Mar Chica y en Mar Menor, para la captura de las lisas. Cuando se ha localizado un banco de estos peces, se procede a su cerco. Este se hace con las redes de dos barcos unidas. Uno de ellos queda con un extremo de la red y el segundo realiza el cerco. La red llega hasta el fondo, aunque no arrastra por él, impidiendo que las lisas escapen por debajo de la relinga de plomos.

En algunas ocasiones, en el punto de unión de ambas redes se coloca un copo complementario, para la captura de los peces que no se enmallan. Para que lo hagan, en cuanto el cerco se ha cerrado, los pescadores agitan violentamente el agua con los remos, lanzando piedras a la misma, etc., etc. Las lisas, asustadas, tienden a escapar y se enmallan. Como estos peces tienen la costumbre de saltar fuera del agua intentando escapar por encima de la relinga de corchos, para evitarlo se utiliza una red complementaria, la *señada*. Consiste en un trasallo que se cala horizontalmente, suspendido por cañas que le dan flotabilidad y que rodea por completo a la relinga de corchos. Los ejemplares que en su salto consiguen salvar la relinga de corchos caen sobre la saltada y se enmallan en ella. Otros, que no se enmallan, al recoger la red, se ven constreñidos a entrar en el copo.

EL CERCO DE JARETA.

El cerco de jareta (fig. 340), es una red rectangular, similar a las anteriores citadas, pero que se cierra por el fondo, una vez rodada la pesca, para evitar que escape por debajo de la relinga de plomos.

Cómo en los sardinales, los paños de la red están reforzados en su línea de unión con las relingas, por piezas de malla más

tupida y fuerte. Cada red está integrada por unos tres a cuatro paños, que en conjunto dan una longitud que no suele sobrepasar de los 300 a 500 metros. La altura, por su parte, oscila entre los 80 y los 160 metros.

La relinga de corchos es normal. La de plomos, en cambio, lleva una serie de anillas metálicas, pendientes de los correspondientes cabos, que en conjunto forman la llamada *jareta*, y a cuyo través pasa un cabo bastante grueso, llamado *retenida*, que se termina en dos lazos o gasas en sus extremos. De cada uno de estos extremos, como también de los de la relinga de corchos, parten sendos cables, de un centenar de metros de longitud, que son los que sirven para maniobrar la red desde los barcos.

Cuando se ha localizado la pesca, bien por medio de las lupas de pesca, bien por las diversas señales de ella que pueden proporcionar cetáceos, aves marinas, etcétera, bien habiéndola concentrado previamente por medio de raba, focos de luz u otro procedimiento, el barco lanza al agua uno de los extremos de la red, cuyos cabos extremos y retenida quedan a bordo de uno de los botes auxiliares de la embarcación. Con la mayor rapidez posible se lanza toda la red al agua, formando una circunferencia, y cuando se llega al lugar de partida, se meten a bordo los cabos de los extremos de las relingas y de la retenida. Se hacen firmes los primeros y, rápidamente, para no dar tiempo a escapar al pescado, se cobra, por medio de la maquinilla de los dos extremos de la retenida, que es metida a bordo, con lo que se consigue que la red se cierre por debajo, al unirse íntimamente unas a otras las jaretas. Acto seguido se comienza a meter la red a bordo, que ya forma como una especie de copo, desenmallando a los peces que van apareciendo con la red. De esta forma se va reduciendo el espacio del cerco de la red en el agua y la pesca se va concentrando, hasta que llega un momento que aflora a la superficie. En ese momento de actividad verdaderamente febril, se comienza a meter a los peces a bordo, lo que suele hacerse por medio de grandes salabres, colgados de las plumas o grúas del barco.

Existen algunas variantes de este tipo de red, de la que la más frecuente es la denominada *terraja*, que difiere del cer-

co de jareta solamente en sus dimensiones, mucho mayores, puesto que la longitud de la red llega a sobrepasar el kilómetro, y la altura, en cambio, es algo menor, ya que no llega a los 80 metros. Es un arte voluminoso y pesado, que alcanza hasta las 10 y 12 toneladas, por lo que los barcos que lo utilizan necesitan ser de mayor porte, que llega a las 70 y 80 toneladas de desplazamiento.

La concentración de la pesca, como hemos dicho anteriormente, puede hacerse por medio de cebos, como la raba —consistente en huevas de bacalao, saladas y mezcladas con salvado—, a la que las sardinas acuden rápidamente; bien por medio de poderosos focos luminosos cuando la pesca se realiza de noche. No parece ser que la atracción de la luz sea directamente ejercida sobre las sardinas, cuyo fototropismo positivo no está comprobado. Parece ser, en cambio, que las sardinas acuden en pos del plancton, que, por tener ese fototropismo, es concentrado por la luz.

Las luces, focos de gasolina poderosos (fig. 320), son transportados por botes auxiliares. En el crepúsculo, los botes luceros —que así son llamados, por ejemplo, en el Mediterráneo—, encienden sus luces y los de cada barco, frecuentemente tres, se colocan a determinada distancia unos de otros formando un triángulo. A medida que la noche avanza, van acercándose poco a poco, arrastrando tras de sí a los peces atraídos, hasta que los reúnen en cantidad suficiente para que el barco principal pueda iniciar la operación del cerco, lo que hace girando alrededor de los botes luceros, que en cuanto el cerco se ha formado, se salen de él, para no entorpecer las restantes faenas de la pesca.

LAS ARTES O REDES DE COPO

En las redes que hemos descrito hasta ahora, la pesca se capturaba enmallada, o cerrando su escape por el fondo, pero sin que existiese en ellas un receptáculo especial donde se acumulase, para ser cogida posteriormente en él. Sin embargo, en determinados tipos de redes fijas o de cerco, cuando parte de la pesca se concentraba sólo en determinado sector de ellas, indicamos que llevaban mallas más tupidas y reforzadas. El paso siguiente a esto es la de dar a ese sector de la red

forma de bolsa, para facilitar el acúmulo de la pesca en ella, llegándose de esta forma a la constitución de los artes o redes de copo, que por una evolución progresiva, se han transformado en artes en los que lo fundamental es el copo, y el resto, la parte accesorio encargada, exclusivamente, de cortar el paso a la pesca y conducirla hacia el copo.

Existen multitud de variantes en las redes de copo, pero todas ellas están constituidas, fundamentalmente, por tres sectores principales: el copo, o fondo de la red, donde se ha de acumular la pesca; las alas, o porciones laterales de la red, por las que se verifica la tracción, y en tercer lugar, el casarete, que es la porción tronco-cónica que une a las alas con el copo. En dependencia con el modelo de red, cada una de estas partes se subdivide en otras, que se diferencian por su forma y, sobre todo, por las dimensiones de las mallas que las constituyen. Estas redes, que son arrastradas de diversas formas, para ir en busca de la pesca, se mantienen abiertas por la acción de sus correspondientes relinga superior, de corchos, bolas de vidrio o metálicas, etc., etcétera, y por el peso de los lastres de plomo, cadenas, etc., etc., de su relinga inferior.

Los artes de copo se agrupan en dos tipos diferentes, atendiendo a la forma de tracción que se emplea para su arrastre, que puede verificarse desde tierra, artes de arrastre con caba a tierras, o desde embarcaciones, artes de arrastre remolcados.

ARTES DE ARRASTRE CON CABA A TIERRA

Son fundamentalmente las jábegas y boliches, que aunque de características fundamentales similares, se diferencian entre sí por las diferentes proporciones de sus diversas partes, ya que en las primeras el copo es proporcionalmente algo más reducido que en los segundos, y mucho más cónico.

LAS JÁBEGAS.

Son redes bastante difundidas en nuestras costas. Su empleo está permitido de forma restringida, ya que sólo pueden calarse en determinados lugares denominados postas, y a determinadas horas del día. La prohibición de su uso se basa en

que son redes de malla tupidísima, que capturan lo mismo a los peces adultos que a sus larvas, por lo que sus efectos son perjudiciales.

Se calan desde tierra, en la siguiente forma: El cabo de uno de los calones queda en la playa y la red, con sus cabos de arrastre es embarcada en una lancha típica, que recibe el mismo nombre que el arte (fig. 310), que se adentra en el mar, soltando primero el cabo cuyo extremo dejó en tierra; después, un ala de la red; a continuación, el copo, iniciando el retorno a tierra, soltando el otro ala y el cabo correspondiente, procurando llegar a la playa lo más separado posible del punto de que se partió, a fin de que la tracción se verifique, desde el principio, con la red lo más abierta posible. Se comienza a tirar de los cabos poco a poco, simultáneamente, y a medida que se cobran los cabos primero y después las alas de la red, los sirgadores se van acercando, hasta que, llegadas las alas a tierra, se reúnen y se tira de ambas conjuntamente, para que la red se cierre y los peces no escapen.

Las diferentes partes de la red son las siguientes (fig. 342): los cabos de arrastre, de unos 300 metros de longitud, que se hacen firmes en los correspondientes escalones o escaloneras, en los que comienzan las alas. Las alas, de unos 150 metros de longitud cada una, y que están a su vez subdivididas en cinco sectores denominados alar o claro, rigal, casarete, contracorona y batidero. Las dimensiones de la malla son progresivamente decrecientes desde el alar al batidero, teniendo frecuentemente de 26 a 27 centímetros de lado en el cuadro en el alar y sólo 6,5 centímetros en el batidero.

Viene a continuación la parte cónica del copo, también de gran longitud, puesto que estas redes alcanzan los 350 metros de longitud, de los que, como decimos, unos 150 corresponden a las bandas. El copo, a su vez, también está subdividido en sectores, en los que la malla va siendo cada vez más tupida. Son estos sectores los tallos de la gola, las cajas (subdivididas a su vez en siete trozos: caja 8, caja 7, caja 6, caja 5 de 13 pasadas, caja 6 de 14 pasadas, caja 6 de 16 pasadas y caja 6 de 17 pasadas), la contracorona y el caprote o corona. La malla de los tallos de la gola es de 4,1 centímetros de lado en el cuadro, redu-

ciéndose progresivamente hasta la corona, en la que sólo tiene 6 milímetros.

La relinga superior está provista de corchicos, como dijimos. La relinga inferior, por lo menos en las costas malagueñas, en lugar de plomos, lleva bolas de barro cocido.

Por sus dimensiones se diferencian varios tipos de jábegas, como la jábega real, que es la descrita; la media jábega; la jábega rebajada, y la jábega chica. Pese a que todas ellas son artes de arrastre, la circunstancia de que van poco lastradas, las hace actuar en parte como artes flotantes, si bien, en cuanto las regiones de pesca —las postas— están agotadas, las lastran convenientemente para que actúen como auténticas redes de arrastre de fondo.

LOS SOLICHES.

Sus dimensiones son siempre mucho más reducidas que las de las jábegas, con las que tienen también otras diferencias. El porte general de la red es mucho más cilíndrico, sobre todo en el copo, por lo que se diferencia de los otros artes de copo y arrastre, en los que la última porción de la red suelen ser manifestamente cónica (fig. 341).

Como en las jábegas, las mallas de la red son progresivamente menores desde los calones de las alas hasta el copo, iniciándose con unos 12 centímetros de lado, para terminar en unos 10 milímetros en el copo o caprote.

El calamento de esta red se realiza igual que el de la jábega y se capturan análogas especies que con ella. También en este caso existen diversas modalidades, cuyas diferencias estriban en las dimensiones tanto de la red como de las mallas. Las diversas denominaciones suelen referirse a la especie que capturan principalmente.

ARTES DE COPO, DE ARRASTRE REMOLCADAS

Se las denomina también sartes de arrastre de fondos, y constituyen, realmente, las verdaderas artes o redes de arrastre, que siempre tocan el fondo. Son remolcadas por embarcaciones de diversas clases. Las primeras que usaron estos artes fueron de vela (fig. 315), posteriormente de vapor, y en la actualidad también de motores.

Las redes de arrastre de fondo remolcadas, son de dos clases fundamentales diferentes, en dependencia de que su tracción la realice un solo barco o sean dos los que hagan esa misión. Originariamente eran dos los barcos, arrastrando cada uno de ellos de uno de los cabos, con lo que la red se mantenía abierta. Este procedimiento de pesca, tradicional en nuestro país, es el conocido con el nombre de *speica* de arrastre en parejas. Más modernamente, y para ahorrar un barco en la tracción, ésta se hace con uno solo, y para que la red se mantenga abierta, lo que sería imposible sin innovación alguna en la red, al partir los cables de remolque de un solo punto en su transcurso, o bien en los mismos calones (fig. 352), se colocan unos tableros especiales, reforzados con guarniciones metálicas, las llamadas *puertas* (fig. 353 y 359), que actuando como cometas, ante la resistencia que encuentran en el agua, se separan una de otra, y mantienen abierta la boca de la red. Este procedimiento de pesca es el conocido corrientemente con los nombres de pesca del *eboua*, de la *ebaca* o simplemente *strawls*, o en inglés castellanizado *strois*, aunque cualquiera de los cuatro nombres es inadecuado, ya que los dos nombres españoles corresponden originariamente a las parejas, como ya comentamos al tratar de los barcos de pesca y el nombre inglés abarca tanto a uno como a otro procedimiento, puesto que significa *arrastrar*. A nuestro juicio, el nombre correcto es el de *arte* o red de arrastre con *puertas*..., si el nombre de *puertas* puede también considerarse adecuado.

Por ser artes de suma importancia en la industria pesquera, estimamos que procede describirlas con algún detalle. Para ello nos parece adecuado transcribir lo que anteriormente escribimos en otras publicaciones, sólo en el caso de la pesca de arrastre en pareja, y en colaboración con los biólogos señores Navarro Martín, Navas y Sáinz Pardo, en lo que se refiere a la pesca de arrastre con *puertas*, con motivo de una campaña realizada a bordo de los *ebouas* bacaladeros de la P. Y. S. B. E.

LA PESCA CON ARTE O RED DE ARRASTRE CON PUERTAS.

Los barcos que se utilizan para la pesca de arrastre con *puertas* son de va-

por o motores, y llegan a tener hasta unas 1.200 toneladas de registro y 1.000 de capacidad de carga (figs. 322 y 353).

A proa se encuentran los ranchos de la marinería y los paños del material accesorio y de repuesto para la pesca. La cubierta central está reservada para las maniobras de pesca. A popa llevan el puente de navegación, sala de máquinas, cocina y los alojamientos de oficiales y maestres (fig. 355).

En plano horizontal la distribución del barco es la siguiente:

A popa están los camarotes del contramaestre, primer *redero*, maestro *saldador* y personal subalterno de máquinas.

En la porción subyacente a los puentes, quedan: el hueco de la sala de máquina, los alojamientos de maquinistas, el motor de la *maquinilla* y el extractor de aceite de hígados.

Entre este núcleo de departamentos y la borda quedan dos pasillos cubiertos, destinados a faenas varias de pesca y a servidumbre del alojamiento de popa y del acceso posterior a la sala de máquinas.

Inmediatamente delante está la *maquinilla* de pesca (fig. 323), movida por el motor eléctrico, servido, a su vez, por uno de los cuatro motores auxiliares que hay en la sala de máquinas. Consta de dos grandes tambores o *carreteles*, con capacidad cada uno para 1.400 metros de cable de acero, de 22 milímetros de diámetro; por fuera de ellos, en el mismo eje, van dos *motones* de canal doble, que sirven para todas las maniobras de virar y filar cabos. Los tambores, provistos de poderosos frenos, pueden desembragarse del eje común de la *maquinilla*, lo que permite usarla, aunque se esté arrastrando el barco; bastará para ello frenar los *carretes* y desembragarlos.

Por delante de la *maquinilla* queda un amplio espacio de cubierta, siempre despejado, por el que circulan cables y cabos guiados por las poleas horizontales fijas a cubierta; unas agrupadas en cuatro parejas llamadas *bicicletas*, guían los cables de la red, y otras, sencillas, que sirven para *eviravirar*, *ebusquetar*, *estrobocar*, etc., durante las maniobras de filar y virar el arte, facilitadas por la escasa altura sobre el agua de esta porción de la cubierta. Se abren en ella las

escotillas de las bodegas tercera y cuarta, cuyas tapas se almohadillan con lonas y redes viejas para que sus cantos no enganchen en la red y la desgarran.

Desde popa, a lo largo de las bordas, hasta frente a las bicicletas, corre una especie de banquillo destinado a facilitar las maniobras de la red.

En la porción anterior de la cubierta, que llega hasta el castillo de proa y está destinada a recibir la pesca y a su preparación, 24 pies de hierro de un metro de altura, acanalados, para recibir tabloncillos intercambiables, permiten dividirla en dos pasillos laterales y en seis dobles compartimientos centrales.

En cada uno de éstos el espacio lateral a la banda en que se arrastra el arte, sirve para el descabonado, sobre un gran poyo o lajo de madera, y el resto para el tronchado y limpieza, que efectúan sobre la mesa dos hombres; en el pasillo de la otra banda, junto a cada compartimiento, se coloca, bien amarrado, un recipiente de madera, cajón troncocónico, con falso fondo de red a media altura, en el que se lava la pesca, cuyos residuos se evacúan por un portillo inferior.

El pasillo de los lavaderos ha de estar desembarazado para el tránsito y para el arrastre de los cestos llenos de pesca lavada hasta las tres escotillas abiertas en esta parte de la cubierta; una corresponde a la bodega primera, y dos a la segunda. El otro pasillo lateral, en el que se vacía la red, se aisla del resto de la cubierta por un tabique de tablas, que impide que la pesca resbale y vaya al mar por el imbormal; claro es que este tabique se levanta una vez preparada la pesca de cada calada, para evacuar la inaprovechable y los despojos de la aprovechada. Entre las escotillas de la bodega segunda se levanta el palo trinquete.

A proa y a popa, en cada banda, están los pescantes o potencias (fig. 326), pesadas piezas de hierro en forma de uve invertida y de ángulo redondeado, del que pende una roldana, de cuya misión hablaremos luego.

A proa, delante de la cubierta descrita, están los alojamientos o ranchos de la marinería, formando el castillo de proa, con los servicios anejos a las anclas y maniobras en puerto.

Bajo los ranchos de la marinería están, como hemos dicho, los padotes de material de pesca y de maniobras, y bajo las cuatro bodegas, otros tantos tanques de agua y combustible.

En la sala de máquinas, en los fondos de popa, se alojan el motor principal del barco, con el cigüeñal acoplado directamente al eje de la hélice; cuatro pequeños motores auxiliares para diversos servicios, como el de la maquinilla de pesca, el de energía eléctrica y el de bombas de elevación del agua; la caldereta, los servicios auxiliares de la máquina, el taller de reparaciones etc.

El puente bajo, situado al mismo nivel que la toldilla, comprende la cámara de oficiales, los camarotes del armador y del segundo oficial, la cocina y el alojamiento de su personal. En la toldilla, atravesada por la chimenea, están la cambusa, el servomotor del timón y los botes salvavidas.

Ocupan el puente alto y el de mando, el cuarto de derrota, los camarotes del capitán y del primer oficial y el departamento del telegrafista, con un ventanillo abierto al puente de mando. Este, además del compás, rueda de timón, telégrafo de señales, etc., cuenta entre sus aparatos la sonda ultrasonora, de uso constante y esencial en las faenas de pesca.

En el segundo puente, sobre el de mando, están la brújula magistral, la antena del radiogoniómetro y dos pequeños depósitos de agua potable.

Para terminación de esta rápida descripción del barco y de sus instalaciones, sólo falta hacer la del aparejo empleado para meter la red a bordo. Es una pluma tripode, con las tres piezas móviles sobre el palo y sobre el pescante de estribor; desplazada al máximo lateralmente, la vertical de su extremo, del que cuelga una polea, cae un poco por fuera de la borda. Del punto de articulación del brazo con el palo, cuelga otra roldana, por la que pasa el cable del aparejo real (100 m. 18 mm. de diámetro), de cuyo extremo pende el gancho. Virando los cables con la maquinilla, se lleva al gancho al lugar conveniente para la descarga de la red.

LA RED Y SU APAREJO.

La red empleada es un arte de copo (fig. 354), y consta de las siguientes par-

tes: a) boca; b) cielo; c) vientre; d) alas; e) copo, y f) saco. Está construida de abacá, con mallas de 8 a 10 centímetros al cuadrado, iguales en toda la red, salvo que el copo es de doble hilo. En nuestras campañas se han empleado sin entintar.

Se llaman cielo y vientre, respectivamente, los paños superior e inferior de la red. El cielo va armado en su borde anterior en la relinga superior o relinga de bolos (4), que lleva los flotadores que mantienen abierta la boca del arte, y es un cabo de cuerda de abacá, con alma de alambre, usándose entintado. La relinga inferior o burlón (5), que sostiene el vientre, es un cable de acero de 48 metros de longitud (que es la envergadura de la red) y 22 milímetros de diámetro, forrado con cabo de 24 milímetros, para evitar al cable el deterioro por roce en el fondo; le forman tres trozos, unidos por dos grilletes: el central, de 8 metros, y los laterales, de 20 metros en las redes nuevas, o cuando se estima preciso, al trozo central se arroja una cadena de hierro (7), para dar peso.

Los extremos laterales de la red, o alas (1), se sujetan en su inicio a sendos calones (2), que son pesados tubos de hierro de unos 140 centímetros de largo y 15 de diámetro, con una cabezuela o masa (de hierro también) en el extremo inferior, y el superior cerrado con tapón de madera. Cada calón lleva dos vientos de cable (3), unidos por un grillete giratorio (14) a las respectivas malletas (15); por detrás empalman con las relingas.

El cuerpo troncoconico de la red recibe el nombre de casarete (8), prolongado adelante por las alas, y por detrás por el copo (10), cuya porción extrema es el saco (12).

Los bolos, flotadores, de vidrio verde, encamisados en fundas de red y aislados unos de otros por lazadas, se tienen dispuestos en rosarios de cinco y de diez, que se sujetan a la relinga superior, generalmente en la siguiente forma: en su porción media, cuatro haces de tres ristas de rosarios, los dos centrales de ristas de a diez bolos, y los laterales de ristas de a cinco; a continuación, a cada lado, con separación conveniente, tres rosarios de diez y tres de cinco, con lo que hacen un total de 180 bolos en la red. La fuerza ascensional de cada uno es de 635 gr. A veces, para suplir rápidamente

los bolos perdidos, se atan a la relinga flotadores esféricos de aluminio, provistos de una anilla con 3.265 gr. de fuerza ascensional; cuatro flotadores metálicos sustituyen a veinte de vidrio.

De los grilletes de unión de los tres trozos del burlón parten sendos cabos, llamados viraviras (16 y 17), que, pasando por una anilla de la relinga de bolos (18), llevan durante el armestre su extremo unido junto al calón (17). Llegadas las alas a bordo, se sueltan los cabos y, virándoles con la máquina, sirven para cerrar la red, uniendo ambas relingas, y para izar éstas.

Hacia la mitad del casarete hay un cabo (9), que le rodea a modo de cinturón y cuyo extremo se lleva a la relinga de bolos, donde se ata. Es el estrobo que, virando, con la maquinilla, sirve para meter en cubierta la mitad anterior del copo. Está a 60 mallas de la bocana; es de malleta, de unos 14 metros de largo y 16 milímetros de diámetro.

Finalmente, el copo, que se cierra en el extremo con un nudo especial (13), y que se llama saco en su última porción (12), presenta en el arranque de éste otro cabo, el estrobillo (19), que le rodea, y va atado, como el estrobo, a la relinga de bolos. Desatado y virado a máquina, estrangula la red, para vaciar en cubierta el contenido del saco; por lo general, la pesca cogida ha de vaciarse por sacos sucesivos.

Como el saco de la red arrastra constantemente sobre el fondo, lleva protegida la cara inferior con paños de red vieja y con una piel de vaca, que se renueva con relativa frecuencia.

Cubos de arrastre y puertas (fig. 356). De los calones (1) parten, como hemos dicho, dos vientos (2) unidos a la anilla de un grillete se une, por medio de una gaza (3); la malleta (4). Esta es de cable de acero, de 18 milímetros de diámetro, de longitud variable, según la profundidad a que se pesca; tiene 100 metros. El extremo distal, con su gaza (5) y grillete (6), enlaza con la gaza (7) de otro cable, llamado falso brazo de la puerta (12), de seis metros y medio de largo y 16 milímetros de grueso.

El falso brazo, mediante su gaza terminal (8), una anilla (9) y un grillete giratorio (11), se continúa con el cable de arrastre (14) y también iniciado con una

gaza (13). Los cables de arrastre son de 22 milímetros de diámetro, formados por seis torcidas de 19 hilos de acero, arrolladas sobre alma de esparto; van arrolladas a los carretes de la maquinilla, que pueden recibir cada uno 1.400 metros de cable, aunque en nuestras campañas solo llevaban unos 1.000, con 500 de repuesto en pañol. Los cables se miden de cuando en cuando, pasándoles de uno a otro carrete, y se marcan trenzando trozos de gruesa cuerda. Estas marcas son: una a los 40 metros de la malleta, sirve para anunciar la próxima llegada de las puertas cuando se está virando el arte; otra señala los 100 metros; otra, los 150; otra, doble, los 200; otra, sencilla, los 250; otra, triple, los 300, y así sucesivamente. Como la igualdad de los cables de arrastre ha de ser rigurosa, en el curso de cada campaña se procede periódicamente a medirlos y marcarlos de nuevo.

Como la pesca se hace con un solo barco, es necesario utilizar puertas para que el arte se abra, en forma que, colocada una puerta en cada cable, formando con éste un determinado ángulo (y, por tanto con la dirección de la tracción), el agua hace en ellas el mismo efecto que el aire en una cometa, tendiendo a separarlas y a abrir, en consecuencia, la boca de la red.

La puerta (figs. 358 y 359) está constituida por un tablero rectangular de madera (1) formado de tablones, con pesadas guarniciones de hierro: las pletinas (2), que arman el tablero, y la gruesa llanta o patín (3) que protege sus flancos anterior y inferior. En la cara interna están articulados dos brazos (4 y 5) en forma de V de vértice redondeado, uno de ellos retorcido, formando una coxa; son de barra de hierro redonda, de unos cuatro centímetros de diámetro. Los brazos están unidos por sus vértices a una corta cadena, en cuyo extremo distal empalma el falso brazo de puerta y el cable de arrastre (fig. 356).

De la cara exterior de la puerta sale un pie de gallo (6 en la fig. 358, 16 en la fig. 356), de cable de 18 milímetros, terminado en una pieza de hierro (7 y 15, respectivamente) con dos orificios, llamada el ocho, por cuyo agujero libre pasa la malleta de la red (4 en la figura 356).

La distancia entre el ocho y el grillete de los brazos, trabajando el arte, es un poco menor que la longitud del falso brazo de puerta, cuyas gazaras y anillas terminales quedan a tope con el grillete de la puerta por delante y con el ocho por detrás (fig. 356).

El ángulo posterosuperior de la puerta lleva un agujero con un estrobo de cuerda alambrada, en el que enganchará el aparejillo para izarla.

LAS MANIOBRAS DE PESCA.

En el momento de iniciarse la pesca, la red está toda a bordo; los calones, a tope con las puertas, y éstas, colgadas de los pescantes mediante cadenas; las malletas, libres de su unión con las puertas, también están en cubierta, arrolladas, en parte en los tambores de la maquinilla.

Con barco parado, y de través a la mar y viento, a la voz de «¡Arte al agua!» se larga éste por la borda, comenzando por el saco, hasta que toda la red queda en el agua, colgando de los calones, que siguen a tope con las puertas. En cuanto los marineros dan las voces de «¡Claro a proa!» y «¡Claro a popa!», que indican que la red está bien dispuesta, se pone el barco en marcha y la maquinilla fila las malletas, hasta que su grillete de unión con el falso brazo de puerta se pone a tope con el ocho del pie de gallo de la puerta; para entonces, la maquinilla, y mediante un perno se afirma el grillete de los brazos de la puerta con el que une el falso brazo al cable de arrastre.

A las voces de «¡isto a proa!» y «¡Listo a popa!», la maquinilla vira un poco el cable, de modo que las puertas quedan suspendidas, no ya de las cadenas, sino de los cables. Se quitan las cadenas, y a la voz de «¡Al agua!», dada desde el puente, se comienza a filar cable, sumergiéndose las puertas. Simultáneamente, el barco se ha puesto a toda máquina y, a la vez que se filan los cables, las puertas empiezan a separarse y a abrir la red.

Se sigue filando cable hasta que el maquinillero da la voz de «¡Marca!», que indica que ha llegado el momento de largar el gancho por el cable de proa para acercarlo al de popa y enganchar ambos en el perro, pues la tracción ha de hacerse desde un mismo punto y lo más a popa posible. La explicación de este maniobra

se facilita con la figura 357: El cable de proa, arrollado en el carretel, es guiado por las bicicletas a las poleas del pescante de proa; el de popa, igualmente, va del tambor a la bicicleta y a las poleas del pescante de popa. En este momento, como es natural, los cables van muy separados por la acción de las puertas, y el remolque de la red se hace de costado; hay que unirlos en el perro, para lo cual se lanza desde el pescante de proa un gancho recto o de verina al extremo de un cable o verina de 60 metros de largo y 18 milímetros de diámetro. El gancho se desliza hasta la posición 15, y la verina, que pasa por una patesca y varias guías, se vira con la polea de la maquinilla (en la que, asegurados los frenos previamente, se han desembragado los tambores), hasta que el cable de proa empareja con el de popa, y el gancho, que agarra a su vez a éste, pone a ambos sobre el perro, que se cierra sobre ellos.

En fondo de sonda grande, la cantidad del cable largado es de tres a cuatro veces la profundidad, y bastante más en sonda pequeña; así hemos visto que en fondos de 20 metros se arrían hasta 150 de cable, y 900 en fondos de 200 metros.

Firmes los cables en el perro, se modera la velocidad y se pone la máquina en régimen de arrastre.

Terminado el tiempo de arrastre, se procede a virar el arte. Se mete el timón todo a estribor (si se arrastra por esta banda) y se abre el perro a la voz de «¡largar!», con lo que los cables se separan rápidamente. Se para la máquina después de poner el barco a barlovento respecto al arte, y se pone en marcha la maquinilla para virar los cables. Cuarenta metros antes de las puertas llegan las señales pertinentes en los cables, de lo que previene el maquinillero a la marinería con la voz de «¡Marcas!»; salen las puertas del agua, y al llegar a tope con los pescantes, se amarran por los brazos con cadenas, de las que quedan coligantes, no trabajando ya los cables; la red queda sujeta a las puertas por las malletas. Se para la maquinilla y se sueltan los frenos para dar de mano a los cables, es decir, para tirar de ellos y que pierdan su tensión, haciendo posible quitar el perro de los grilletes que los une a las puertas. En marcha de nuevo la maquinilla, se viran el cable y la malleta, que se desliza por el agujero del ocho del pie de

gallo de la puerta, hasta que aparecen los calones y quedan a tope con las puertas; se para entonces y se frena la maquinilla.

Para meter el arte y la pesca a bordo se sueltan de los calones, donde venían amarrados, los viraviras, que se viran con la maquinilla para cerrar el arte y traer las dos relingas a cubierta, en tanto que a mano se suben las alas de la red, que se trincan a la borda inmediatamente. Se desata el estrobo de la relinga de botos y se vira a su vez para poner en cubierta el casarete, quedando en el agua sólo el copo con la pesca (fig. 360).

Puesto el chicote o extremo del estrobillo (que estaba también atado a la relinga de botos) en la maquinilla, se comienza a subir el copo por medio de los busquet o busquetes, que no son sino cabos de malleta alambrada, de 38 metros de largo y 22 milímetros de diámetro, con un gancho en su extremo, mediante el cual se hace una lazada abrazando la red; al virarlos, ésta va subiendo poco a poco, en tanto que la pesca se va deslizando y llena el fondo de la red o saco. Se vira entonces el estrobillo hasta aparecer por la borda un grillete, en el que se encaja el gancho del aparejo real; se vira éste, y el estrobillo estrangula la red, quedando en el saco una parte de la pesca y otra en el copo o parte inferior del casarete, que sigue en el agua. Izado el saco, el juego de los cables del aparejo real le lleva sobre el pasillo en que ha de recogerse la pesca, que cae al deshacer la lazada que cierra el extremo de la red (fig. 361); vuelto a cerrar éste, se lanza el saco al agua para llenarlo de nuevo de pesca e izarle por las mismas maniobras que la primera vez, repitiéndose la operación hasta vaciar totalmente la red; por esto el resultado de las echadas se expresa en sacos (palanques, dicen los franceses).

Tras el último saco, la red queda lista para un nuevo arrastre. Si ha tenido averías graves y no quiere perderse tiempo de pesca, se echa al agua la que normalmente va preparada en la otra banda, procediéndose o no, según convenga, a modificar la compartimentación de la cubierta.

Aunque las maniobras de pesca son las mismas para ambas bandas, es habitual hacerlo por estribor.

Durante las echadas se sigue en el puente con atención el braceaje que marca la sonda. Las tensiones peligrosas de los cables por agarrada o embarre, en fondo sucio repercuten sobre los tambores y sus frenos, y se aperciben claramente desde cualquier punto del barco.

Como ya indicamos anteriormente al tratar de los barcos de pesca, la de arrastre con arte de puertas se realiza, además de con los grandes bous, con redes y barcos menores denominados ebacnas. Estas difieren de los bous, aparte de por su menor tonelaje, correspondiente también a menores dimensiones de las redes, porque en general, las redes no se lanzan ni se cobran por las bandas del barco, sino por la popa, en la que, en sustitución de los pescantes característicos de los bous, existen dos roldanas o poleas, en la forma de gaviotas, lo más separados posible, para lo que estos barcos suelen tener una gran manga o anchura.

LA PESCA CON ARTE O RED DE ARRASTRE EN PAREJA.

Los barcos que componían la pareja en que realizamos nuestras pescas, eran de madera, de unos 27 metros de eslora; como todos los destinados a esta clase de pesca, son barcos de proa muy alta y de popa muy baja, de gran calado y, en este caso, movidos por máquinas de vapor, a carbón (figs. 318, 344 y 345).

En líneas anteriores dábamos las características generales de los barcos utilizados en la pesca con puertas, por lo que aquí nos limitaremos a exponer solamente la de los barcos que pescan en pareja, dando por entendido que el resto, salvo el tonejale es, prácticamente lo mismo.

La maquinilla de pesca tiene un único tambor, puesto que el arrastre se verifica con un cabo a cada barco. El cable, más fino que en aquellos barcos, sólo tiene 18 milímetros de sección, y en cada tambor van unos 3.000 metros, aproximadamente.

A proa, sobre la roda de cada barco, existe un par de rodillos metálicos, destinados, como veremos más adelante, a las maniobras de virado del arte.

Para dirigir el cable, bien hacia la proa, bien hacia la banda de babor, hay en el palo trinquete una roldana o polea enfilada con otra colocada en la borda, cuya misión es la de dirigir el cable ha-

cía la popa, donde, antes de hundirse en el agua, pasará por un rodillo metálico, que sale, en ángulo recto, por fuera de la borda, a la altura del palo de la mesana.

Finalmente, en la parte central de la toldilla está el espolón, sobre el que se hará firme el arte para el arrastre.

Para la las faenas de virado del arte se emplea un aparejo corriente del palo trinquete.

La red tiene aproximadamente las mismas características que las empleadas por los strawiks o ebous, por lo que también daremos únicamente sus diferencias.

En primer lugar, por tratarse de pesca en pareja, con un cabo a cada barco, la apertura del arte se realiza por separación de los dos buques, lo que hace innecesario el empleo de puertas.

Las relingas inferior y superior no tienen particularidad alguna. No se pesca, sin embargo, con rodillos en la relinga inferior, como a veces se hace en los bous.

Además de los flotadores de vidrio de la relinga superior de la boca de la red, existe otra serie de ellos que se dirigen desde esta relinga hacia el copo, sobre todo en el centro del casarete.

El copo es cerrado por el fondo, pero en su parte superior tiene una abertura que se puede coser y descoser con facilidad y que es por donde ha de vaciarse la red.

Como el virado o izado del arte se hace a red quieta sobre el fondo, a fin de que la pesca no se escape, hacia el centro del casarete hay un lienzo de red en forma de trampa que permite la entrada pero no la salida de la pesca en el copo.

A los calones de la red, van unidas las correspondientes malletas, formadas por piezas de cáñamo, abacá o esparto alambreado, con sus grilletes giratorios entre cada dos de ellas. Su diámetro es de 30 milímetros, de forma que aquí las malletas son más gruesas que los cables.

Cada barco de pareja lleva su red correspondiente y una sola malleta. Cada dos pescas se utiliza la red de uno de ellos, de forma que puedan repararse las averías, cuando las hay, mientras se pesca con la del otro.

Al comenzar las operaciones tienen, por tanto, su red y su correspondiente malle-

ta, desengrillada del calón la del barco que no ha de utilizar su arte. El otro extremo de las malletas se engrilleta con un giratorio al correspondiente cable de arrastre, y éste se pasa por la roldana o polea del palo, por la de la banda de babor y de allí al rodillo de popa, por fuera de la borda.

Los barcos se aproximan todo lo más posible, y de uno a otro se lanzan unos cabos llamados guías o tiradores. En uno de ellos se ata el chicote o extremo de la malleta del barco que no utiliza su red y se hala, para engrilletarlo al otro calón de la red.

Se echa la red al agua y los barcos se ponen en marcha, separándose poco a poco, a medida que la red se va hundiendo, y van corriendo primeramente las malletas y, posteriormente, los cables. Cuando se ha largado la cantidad que se estima suficiente, se frena la maquinilla en el momento que una de las anillas de unión de dos piezas de cable se encuentre por la popa del rodillo de la banda, y a ésta se engrilleta una pesada cadena, que a su vez se hace firme en el perro. Se quitan los frenos de la maquinilla, y entonces la tracción se hace por la cadena, al quedar flojo o en banda el cable. Como la cadena rosa constantemente con la borda en la popa, para proteger ésta hay en toda su extensión una pesada guarnición de hierro.

Se echa de manos al cable, es decir, se tira de él, y en lugar de ir desde la polea del trinquete a la borda, se le lleva hasta el rodillo de la proa, quedando así dispuesto para el virado del arte.

Mientras tanto, los dos barcos se han distanciado una milla, aproximadamente. Regulan su marcha lo más exactamente posible por el número de revoluciones de la hélice, que constantemente se comunican por medio de la radio y, a una marcha de unas tres millas por hora, se arrastra durante cinco horas aproximadamente, salvo averías o enganchones en el fondo.

Terminado el arrastre, y previa una pitada de aviso, se comienza a subir el arte. Los barcos viran, en redondo, acercándose hacia la red, de forma que el cable sube directamente del fondo a la roldana de proa y de ésta a la maquinilla, manteniendo su rumbo los barcos mientras que de cable en el agua.

Cuando llega a bordo la malleta, se desengrilleta del cable, después de haberla engrilletado a un cabo, y se continúa virando por medio de los motores de la maquinilla, adujándola a popa de forma que quede dispuesta para la pesca siguiente. Los barcos empiezan a acercarse, y cada vez que sube una nueva malleta se dan las pitadas correspondientes a las que aún quedan en el agua.

Cuando los dos calones de la red aparecen en la proa de cada uno de los barcos, éstos se aproximan lo más posible y se lanzan los correspondientes tiradores. En uno de ellos, y previamente desengrillado de la malleta, se ata el calón, que es halado hasta el barco que ha de recoger la pesca. El otro ha terminado ya su misión y espera a la nueva pesca.

Reunidos los dos calones en la proa del otro barco (fig. 345), por medio del aparejo y con un estrobo o cabo con nudo corredizo, se va izando la red a bordo, hasta que el copo sube a la superficie (figura 346).

Con el fin de que no se separe de la borda a consecuencia de los bandazos, pues a veces se pesca con mucho mar, se trinca el copo a la borda por medio de dos cabos que pasan por las anillas del fondo (fig. 347). Se descose entonces la boca y se comienza a pasar la pesca a cubierta.

Se hace esto por medio de un pesado salabre, de algo más de un metro de diámetro y que se maneja por medio del aparejo del palo. El salabre puede suspenderse por dos anillas, con sus correspondientes vientos, situados unos en una de las caras del aro, la de la boca, y los otros en el copo de salabre.

Suspendido por la boca, se mete en el agua y se llena de peces, siendo izado a continuación y depositado en cubierta. Para vaciarlo se engancha al aparejo por la anilla del fondo, y al virar el aparejo, se voltea y descarga la pesca.

Cuando en el copo queda la suficiente poca pesca para que el aparejo pueda con ella, se tira el copo (figs. 348 a 350) y se vacía del todo.

La red es inmediatamente transportada a popa y puesta en condiciones de ser filada de nuevo.

La cubierta está compartimentada (figura 351), y a medida que la pesca va siendo descargada, es distribuida. En rea-

lidad, no se hacen más que tres o cuatro apartados. El principal, para las merluzas; otro, para los calamares; otro, para el cachucho, y el resto para los varios, salvo cuando se pescan langostas, que también se apartan.

Inmediatamente el pescado es lavado, eviscerado en el caso de las merluzas—guardándose hígados y huevos de éstas—, y vuelto a lavar para ser llevado a las calas, donde se conserva en hielo triturado.

La longitud del cable que se larga para arrastrar la red varía, como es lógico, con la profundidad.

La malleta, formada por ocho piezas y media, cada una de 60 brazas, se utiliza siempre entera, sea cual sea la profundidad a que se pesque. Lo que varía es el cable, que, formado por piezas de 120 brazas, se fila en la cuantía siguiente:

Brazas de profundidad	Piezas	Brazas
De 120 a 125.....	.. 6 ..	= 720
• 125 a 140.....	.. 6,5 ..	= 780
• 140 a 155.....	.. 7 ..	= 840
• 155 a 180.....	.. 7,5 ..	= 920
• 180 a 210.....	.. 8,5 ..	= 1.040

Se realizan dos pescas diarias, salvo averías o embarros, una de calbas y otra de sprimas; la primera, aproximadamente, desde las cinco o seis de la mañana hasta mediodía, y la segunda, desde las tres o cuatro de la tarde hasta las ocho o nueve de la noche. Después de la pesca de la mañana se vuelve al punto de partida para hacer, en líneas generales—si la pesca fué buena— la misma corrida. Acabada la pesca de la tarde, el barco se pone de popa al mar y la máquina a strás para aguantar la noche sin perder el sitio. Una hora o dos antes de empezar la pesca, arrumba al punto de partida de la corrida, para volver a empezar.

OTROS PROCEDIMIENTOS DE PESCA

Aparte de todos los relacionados anteriormente, pertenecientes a los procedimientos típicos derivados de los anuelos y redes fijas, de cerco y de copo, existe una serie de métodos de pesca o captura de los animales marinos, que no entran dentro de cualquiera de aquéllos, por lo que los citamos a continuación, en gru-

pe aparte, seleccionando los que nos parecen más dignos de mención por sus particularidades o difusión.

EL ESPARAVEL

El esparavel (fig. 362), es una red que se emplea a mano, para la captura de muy diversas especies, tanto marinas como fluviales, en lugares muy diversos de nuestra costa. Consiste en una red circular, de malla bastante tupida, cuyo borde externo va provisto de numerosos plomos y de cuyo centro parte un cabo, de varias brazas de longitud.

Cuando el pescador, metido en el agua, en lugares de poca profundidad, o desde la orilla, localiza una bandada de peces, manteniendo el extremo del cabo en la mano izquierda, lanza al aire la red, imprimiéndola al mismo tiempo un impulso de giro, calculando el esfuerzo para que caiga sobre los peces. Como consecuencia del giro imprimido, los plomos, por la fuerza centrífuga hacen que la red se abra, formando un círculo y que caiga en esa disposición en el agua sobre la presunta pesca. En cuanto toca el agua, cesa la fuerza centrífuga y por la de la gravedad los plomos descienden rápidamente para reunirse, cerrando la red sobre los peces. El pescador entonces, lentamente tira del cabo y recobra al red, en cuyo interior quedan los peces.

LAS NASAS

Las nasas (fig. 363), de las que existen muy diversos modelos, no son ni más ni menos que trampas, de fácil entrada y difícil salida, frecuentemente en forma de ralcamera, a las que se conduce a los animales marinos por medio de diversos cebos, colocados en su interior, y que se calan en los lugares apropiados, dejándolas, convenientemente bañadas, durante tiempos determinados.

Se construyen de los más diversos materiales, siendo las clásicas las de mimbre, pero no faltando las de armadura de madera o metálica, con costados de red o tela metálica. Sus dimensiones son también muy diversas, desde las muy pequeñas, empleadas para la captura de crustáceos, hasta las enormes, experimentales, para fondos abisales, como las famosas empleadas por el Príncipe de Mónaco en sus campañas oceanográficas y con las que fueron capturadas algunas especies abisales como el Grimal-

dichas profundísimas, a más de 6.000 metros de profundidad.

La forma suele ser más o menos esférica, cilíndrica, hemisférica o elíptica. Su uso está extraordinariamente difundido, y con ellas se capturan langostas, bogavantes, otros crustáceos y no pocos peces. Presentan la gran ventaja de ofrecer ejemplares perfectamente conservados, puesto que no los mata y el pescador los obtiene vivos, hecho de especial importancia en el caso de las langostas y bogavantes, por ejemplo, que frecuentemente no son destinados inmediatamente al consumo, sino a la estabulación en ceterinas.

LOS BUTRONES.

Los butrones o abotrineros (fig. 364), son muy similares a las nasas y responden al mismo principio fundamental: una red más o menos cónica, con entrada en forma de trampa. Pero en lugar de ser un aparato rígido, constituido por mimbre o por una armadura metálica o de madera, en este caso no es así, estando formadas solamente por red, con la adición exclusiva de algún aro de madera que mantiene la forma circular de las diversas secciones de la red, que frecuentemente se cala suspendida por el extremo opuesto a la entrada en forma de trampa, por medio de boyas. Son utensilios empleados muy frecuentemente para la pesca de las anguilas en los estuarios y albuferas, bien aisladamente, bien como complemento de otras artes o redes como las paraderas a que anteriormente nos referimos.

LOS MESTOS MUNDOS.

Consisten en aros metálicos, de hasta seis metros de diámetro, provistos de su correspondiente red en forma de bolsa —como enormes salabres—, que penden de cuatro cables o vientos —las bolinas—, que se reúnen en un cabo único terminal. La red se ceba en forma adecuada y por medio de una pluma que sobresalga suficientemente por fuera de la borda del barco, se lanza al agua, haciéndola descender hasta el fondo, operándose a veces hasta cerca de un centenar de metros de profundidad.

Cuando se sospecha que sobre la red se ha concentrado suficiente número de peces, se iza lo más rápidamente posible, a fin de que este movimiento de ascenso

sea capaz de impedir que los peces escapen nadando hacia arriba, con mayor velocidad que el ascenso de la red. Llegada ésta a la superficie, la pesca es retirada directamente del medio mundo al barco o por intermedio de salabres.

Se capturan con esta red muy diversas especies litorales, tanto de peces como de crustáceos, estando entre ellas los jureles jovencitos.

LOS CORRALES.

Es un procedimiento de pesca muy especial, que a veces no comporta ni siquiera la existencia de redes. Está vinculado a la existencia de mareas en la región de que se trate y frecuentemente a la de playas de cierta inclinación o costas recortadas en pequeñas calas, bahías o ensenadas. Por medio de redes unas veces, pero más frecuentemente de muros artificiales hechos con barro y piedras, se acota una zona de la playa o costa, delimitando un recinto, el corral, que comunica con el exterior por una abertura que puede obtenerse a voluntad por medio de trampas o redes. La altura del muro es casi siempre menor que la mayor altura que alcancen las aguas en las mareas. Cuando ésta asciende, se abre la comunicación del corral con el mar, y éste se llena de agua, con los peces que espontáneamente entran. Cuando la marea está alta, cubriendo frecuentemente los muros del corral, lo que facilita aún más la entrada de peces, se cierra la comunicación. Al bajar la marea, cuando las aguas han bajado a nivel menor que los muros del corral, el agua puede salir solamente por la puerta del mismo, que está interceptada por una red, y de esta forma se retiene a los peces que hayan quedado en su interior, capturándose directamente a mano si el corral queda completamente seco, por otro procedimiento, como con esparaveles, figas, fitoras, etc., pero sobre una pesca ya concentrada, y por tanto con mayor facilidad, cuando el corral no se vacía totalmente, lo que puede ocurrir en determinadas mareas.

LAS ENCAÑEZADAS.

Este procedimiento de pesca (fig. 365), típico de multitud de lagunas litorales, pero especialmente desarrollado en Mar Menor, en la albufera de Alucedía y sobre todo en las lagunas litorales y desembo-

caduras de los ríos de la región veneciana y tunecina (se llaman *avalla* en la primera y *shordigass* en la segunda), es hasta cierto punto una especie de corral permanente, que no descubre nunca, y su funcionamiento está fundamentado en la biología de determinadas especies que comparten su vida entre las aguas del mar libre y las confinadas de las lagunas litorales, siendo principalmente estas especies las diversas de lisas —morra-gutes, galupes, galías, lisas y pardetes—, las lubinas y báilas, las doradas, herreras etc., etc.

Estas especies que suelen reproducirse en el mar, efectúan su desarrollo individual en las lagunas litorales, trasladándose a ellas de jóvenes, o de adultas después de haberse reproducido, a través de los canales de comunicación o golas, de las lagunas con el mar. Estos canales son interceptados por unas instalaciones especiales, las encañizadas, consistentes en líneas de cañiso, las *etrasessas*, afirmadas sobre postes de madera clavados en el fondo, que permiten la entrada por sus intersticios a los jóvenes peces. Cuando han crecido e intentan salir de nuevo para dirigirse al mar, ya maduros y en inmejorables condiciones para su consumo por estar repletos de grasa, encuentran interceptado el paso por las travesías e intentando buscar la salida al mar tropiezan con una serie de trampas y redes complementarias, las primeras hechas también con cañas, las segundas en forma de caracoles, como los finales de la red morunas anteriormente descritas, que conducen a la pesca a unos recintos, en los que es capturada por medio de salabres.

La construcción de las encañizadas es laboriosa, por el número ingente de cañas que hay que instalar y porque además, en determinadas épocas del año hay que levantarlas, tanto para repararlas como para permitir la entrada, además de los jovencillos, de los adultos que si no pueden salir de las lagunas, tampoco pueden entrar cuando las encañizadas están ca-ladas.

En la laguna de Túnez, las cañas van siendo substituidas poco a poco por redes o telas metálicas; en las lagunas españolas e italianas, en cambio, se mantiene el procedimiento originario de las cañas, utilizándose las redes solamente a título de elementos complementarios.

LAS DRAGAS.

Están destinadas para la captura de especies que viven pegadas al fondo o enterradas en él, principalmente especies de invertebrados, como los moluscos bivalvos, las esponjas, los corales, etc., etc.

Consisten en marcos metálicos, de forma rectangular, semicircular, etc., etc., provistos de su correspondiente copo de red, que son rastreados desde embarcaciones. Según la consistencia de los fondos, o la de las especies que se han de capturar, el borde activo del marco de la draga es de características diferentes. Hay dragas llamadas de estribos (fig. 365), que se remolcan por medio de cabos que parten de dos grandes arcos metálicos colocados a derecha e izquierda de la boca del copo, que es armada de este modo, ya que carece de la barra inferior del marco, siendo el borde anterior de la red el que directamente se pone en contacto con el fondo.

En otros casos, en los que la draga debe penetrar en el fondo, el borde inferior puede ir dotado de dientes, bien de madera (fig. 367), bien de hierro (fig. 368). Finalmente las hay (fig. 369) que en lugar de dientes llevan una lámina metálica cortante.

LOS ANGAZOS.

Estos instrumentos de pesca no son, al fin y al cabo, sino pequeñas dragas que en lugar de ser remolcadas por embarcaciones, son manejadas a mano por medio de largas pértigas. Están constituidos también por marcos de hierro, dotados de dientes en su borde inferior, cuyos dientes son de madera o hierro, largos o cortos, en dependencia de la especie a capturar y de los fondos sobre las que actúan. Así, en los angazos almejeros (fig. 370), que han de penetrar profundamente en el fondo, los dientes son metálicos y muy largos, hasta de 12 centímetros de longitud. En los angazos para ostras (fig. 371), que no deben clavarse mucho en el fondo, tanto el borde inferior como los dientes son de madera y cortos.

Una derivación de estos angazos para ostras son los *rastrillos*, también de madera, y provistos de una tela metálica posterior, para retener a los ejemplares capturados (fig. 372), que se utilizan para sacar las ostras de los depósitos y parques de estabulación, cuando la marea está alta y el agua los recubre.

CAPITULO XXXVII

IMPORTANCIA DE LA PESCA EN ESPAÑA. SU FOMENTO Y PROTECCIÓN. PRINCIPALES PESQUERÍAS ESPAÑOLAS Y EXTRANJERAS

La riqueza pesquera de nuestro país está fundamentada, como es natural, en la procedencia de los mares y en la que se captura en sus cauces fluviales, lagos, albuferas, etc., es decir, en la de las aguas dulces.

Pero así como en otros países la riqueza pesquera de las aguas dulces representa un porcentaje muy considerable de la total del país, no ocurre lo mismo en España, donde, sin que sea despreciable, la pesca de los ríos, lagos, etc., supone una parte ínfima del total de la pesca que se captura.

No tiene esto nada de particular, dada la especial característica de nuestro sistema fluvial y de la fauna ictiológica—que es la fundamental de nuestros ríos, ya que la carcinológica es insignificante—que lo habita.

Salvo muy contados ríos—Miño, Duero, Tago, Guadiana, Guadalquivir, Ebro, Júcar y Segura—, de curso más o menos dilatado y de caudal suficientemente grande para alojar a una fauna ictiológica considerable, los restantes, como consecuencia de nuestra abrupta orografía o por el anárquico régimen pluviométrico, o son de curso corto y torrencial, o no corren permanentemente.

Los ríos de curso permanente y dilatado, por la situación geográfica de la Península, no albergan a especies ictiológicas que por su calidad merezcan una explotación pesquera de importancia, que se reduce a una extracción reducida de carácter completamente local. Las especies fluviales de verdadero interés pesquero, los salmonídeos—salmones principalmente—, tienen el límite meridional de su área de distribución geográfica, en la región norte de nuestra Península, siendo muy raro que alcancen siquiera al Duero. Y en los ríos más nórdicos a éste se encuentran en cantidad relativamente

escasa, pese a la intensa labor de protección y repoblación que se viene efectuando, tanto como consecuencia de una pesca exhaustiva a que se los sometió durante años y más años, como por los procesos progresivos de industrialización de sus cuencas, frecuentemente incompatibles con la vida de estos peces. En cuanto a las truchas, mucho más difundidas por nuestro país, sólo tienen valor local, no existiendo en cantidad suficiente para motivar una industria pesquera especial, y limitándose a un elemento faunístico interesante y a la base de una pesca casi exclusivamente deportiva.

Nuestros cauces fluviales albergan principalmente a ciprinídeos, barbos, carpas, tencas, gobios, cachos, bermejuelas, etc., que carecen en absoluto de interés, sobre todo en comparación con las especies marinas. Y solamente pueden ser tenidos en consideración los esturiones, que entran en el Guadalquivir, y los sábalo que se capturan en determinados ríos de nuestras costas meridionales. Y en cuanto a los esturiones, suficientemente numerosos para dar lugar a la industria del caviar, no suponen un factor importante en nuestra industria pesquera, ya que de ellos se obtiene un producto de lujo que nada resuelve al problema de la alimentación nacional, sucediendo algo similar con los sábalos, que si bien no constituyen un auténtico alimento de lujo, ni son un pescado popular, ni se pescan en número considerable. Y por otra parte, en ambos casos, aunque la pesca se realice en los ríos—y como también ocurre con los salmones—, no deja de tratarse, evidentemente, de especies auténticamente marinas.

El panorama de nuestra riqueza pesquera marina es completamente diferente. El desarrollo de nuestras costas es muy considerable, no sólo por el de las penin-

sulares, sino por el de nuestras provincias africanas, sobre todo las saharianas, dotadas de una excepcional riqueza pesquera. Y la situación geográfica española, bañada por mares de condiciones biológicas muy diversas, en la confluencia del Atlántico con el Mediterráneo, y en la transición de la fauna paleártica con la intertropical, da lugar a la existencia de una extraordinaria cantidad de especies de las más variadísimas y excelentes calidades, que son fundamento más que sobrado para nuestras importantísimas riquezas e industrias pesqueras marinas.

Tanto es así, que si bien no puede negársele a la agricultura la evidente primacía entre las fuentes de riqueza nacional, es evidente que la pesca constituye la segunda, no sólo en cuanto se refiere a las destinadas a proporcionar alimento, ya que se encuentra muy por encima de la ganadería, sino a cualquiera de las demás, estén destinadas o no al suministro de alimentos.

Estimamos de interés exponer, al efecto, algunos datos estadísticos, entresacados de la última Estadística Oficial de Pesca, publicada por la Dirección General del ramo, la correspondiente a 1957, para ilustrar estas aseveraciones.

El total de capturas realizadas en el año 1957 fué de 777.303,300 kgs., con un valor de primera venta, en lonja de puerto, de 5.444.207.558 pesetas.

Téngase en cuenta que el precio de venta en lonja, es decir, en primera venta, es muy reducido, y que esa pesca, comercializada después, da lugar a un volumen monetario extraordinariamente mucho mayor. Sirva de ejemplo que los precios

medios para dicho año, en lonja, fueron de 6,98 pts. para los peces, 22,27 pts. para los crustáceos y 7,54 pts. para los moluscos, por unidad kilo.

El volumen global de la pesca se ha repartido en la siguiente forma:

Pesca litoral.....	635.212.300 kgs.
Pescos del bacalao.....	122.499.902 »
Pesca de ballenas.....	9.401.350 »
Pescos de atunes en almadrabas	10.189.688 »

Por especies, la pesca más importante ha correspondido a la sardina, de la que se capturaron 93.204.600 kgs., siendo la menor la de los ostiones u ostras portuguesas, de las que sólo se capturaron 1.000 kgs.

La distribución por especies ha sido la siguiente, en sus líneas principales:

Peces (pesca litoral, bacalao y atunes).....	715.659,2 Tons.
Crustáceos	20.481,7 »
Moluscos	31.781,0 »
Ballenas	9.401,4 »
Total.....	777.303,3 »

Es decir, que los peces representaron el 92 % de las capturas; los crustáceos, el 2,6 %; los moluscos, el 4,0 %, y los cetáceos, el 1,2 %.

La distribución de los peces, por sus habitats y procedimientos de captura, ha sido la siguiente:

Especies pelágicas.....	314.622,3 toneladas = 43,9 %
Especies de fondo.....	296.431,1 » = 41,4 %
Varios	104.605,8 » = 14,6 %

Hay, pues, un aparente predominio de las especies pelágicas, pero en realidad no es así, puesto que las especies de evarios pertenecen en mayor grado a las de fondo

que a las pelágicas, pudiéndose las sumar sin peligro de cometer grave error. La distribución queda entonces en la siguiente forma:

Especies pelágicas.....	314.622,3 toneladas = 43,9 %
Especies de fondo.....	401.036,9 » = 56,0 %

La ordenación de las especies, dentro de las pelágicas y de fondo—por separa-

do—, de mayor a menor importancia, ha sido la siguiente:

ESPECIES PELAGICAS

Sardinias	93.204,6	Tons.
Boquerones	69.581,7	»
Jureles	64.710,7	»
Caballas	17.539,1	»
Atunes	15.834,1	»
Bonitos	14.355,2	»
Japutas	11.515,0	»
Albacoras	8.473,7	»
Agujas	8.024,5	»
Papardas	4.233,4	»
Bacoretas y melvas...	3.746,8	»
Alachas	2.184,2	»
Petes espada	984,8	»
Espadines	234,8	»
TOTAL.....	314.265,3	»

ESPECIES DE FONDO

Bacalnos	122.499,9	Tons.
Merluzas	74.013,0	»
Bacaladillas	18.129,4	»
Tiburones y rayas....	14.102,8	»
Besugos	13.310,2	»
Bogás	7.304,8	»
Gallós	6.796,0	»
Panecas	5.275,1	»
Cachuchos	4.771,4	»
Congrios	4.350,1	»
Rubios y especies afi- nes	4.333,2	»
Rapes	3.626,8	»
Brecas	3.127,0	»
Salmonetes	2.627,9	»
Aligotes	2.302,9	»
Corvinas	1.816,8	»
Dentones y samas ...	1.804,1	»
Acedías	1.497,3	»
Bollos	1.340,9	»
Lenguados	938,8	»
Abadejos	891,2	»
Lubinas	454,1	»
Lisas	373,9	»
Meros	352,8	»
Rodaballos	240,7	»
Anguillas	134,9	»
Chanquetes	15,5	»
TOTAL.....	296.431,1	»

En cuanto a los crustáceos, las especies se pescaron en el siguiente orden decreciente:

Gambas	14.321,1	Tons.
Cigalas	2.741,2	»
Carabineros	1.065,4	»
Langostas	829,1	»
Langostinos	297,8	»
Centollas	294,0	»
Cangrejos comunes...	284,4	»
Percebes	260,7	»
Nécoras	132,4	»
Quisquillas	78,1	»
Bogavantes	53,6	»
Bueyes	9,7	»
Cigarras	6,7	»
Varios	109,1	»
TOTAL.....	20.481,7	»

La seriación de los moluscos, en orden decreciente de importancia, por el volumen de sus capturas, fué la siguiente:

Pulpos	6.085,0	Tons.
Calamares	5.602,7	»
Mejillones	3.916,5	»
Berberechos	3.742,9	»
Jibias	3.361,9	»
Almejas	3.272,5	»
Voladores	2.938,9	»
Chopitos	739,3	»
Chirlas	622,8	»
Ostras	498,7	»
Navajas	133,2	»
Bígamos	97,2	»
Vieiras	96,2	»
Zamburifias	30,3	»
Lapas	5,2	»
Ostiones	1,0	»
Varios	586,7	»
TOTAL.....	31.761,0	»

Distribuidas por regiones pesqueras, las cantidades de pesca capturadas en el año 1957 fueron las siguientes:

TONELADAS

REGIÓN	PECES	CRUSTÁCEOS	MOLUSCOS	BALLENAS
Cantábrica	117.137,6	141,8	2.411,2	
Noroeste	146.499,3	1.704,7	14.878,7	
Suratlántica	151.727,7	14.698,1	7.023,6	
Surmediterránea	64.485,9	1.823,3	1.719,3	
Levantina	15.898,2	518,1	867,9	
Tramontana	38.182,3	1.298,2	3.726,9	
Balear	3.192,2	233,5	147,7	
Canaria	53.036,1	64,3	983,7	
Atlántico NW.	122.499,9			
Mares diversos				9.401,4
TOTALES	715.659,2	20.481,7	31.761,0	9.401,4

En la pesca de peces, la región más importante ha sido la Suratlántica, seguida de Noroeste, Atlántico NW., Cantábrica, Surmediterránea, Canaria, Tramontana, Levantina y Balear.

En los crustáceos, el orden fué: Suratlántica, Surmediterránea, Noroeste, Tramontana, Levantina, Balear, Cantábrica y Canaria.

La ordenación de regiones, por importancia de la pesca en moluscos, fué: Noroeste, Suratlántica, Tramontana, Cantábrica, Surmediterránea, Canaria, Levantina y Balear.

Finalmente, por la importancia total de la pesca en cada región, éstas se ordenaron en la siguiente forma: Suratlántica, Noroeste, Atlántico NW., Cantábrica, Surmediterránea, Canaria, Tramontana, Levantina y Balear, es decir, la misma ordenación que con relación a las capturas de peces, lo que no tiene nada de particular, por ser éstos los predominantes en la pesca.

Por mares, predominan las regiones del Océano Atlántico Ibérico, que suman, en conjunto, 513.398,5 toneladas. Siguen las del Mediterráneo, con 132.09,5 toneladas; Atlántico NW., con sus 122.499,9 toneladas de bacalao y otros gádidos, y, finalmente, los mares diversos, en los que se cazan las ballenas, con 9.401,3 toneladas.

Las pescas citadas se han verificado con el concurso de una flota pesquera integrada por 49.030 embarcaciones, con un desplazamiento total de 333.114 toneladas, cuya distribución es la siguiente: 1.812 barcos aparejados para la pesca del

sibou, con un total de 98.744 toneladas; 646 más, aparejados para la pesca de arrastre en pareja, con 74.779 toneladas, y finalmente, 46.572 diversas embarcaciones, con 159.591 toneladas, aparejadas para pescas de otras modalidades.

Los 1.812 sibous son de las siguientes características: 268 de vapor (22.974 toneladas); 1.600 de motor (75.743 toneladas), y cuatro de vela (27 toneladas).

Las parejas se distribuyen de la siguiente forma: 158 de vapor (30.367 toneladas); 488 de motor (44.412 toneladas). No hay en la actualidad ninguna de vela.

Los barcos aparejados para pescas diversas son los siguientes: 560 (21.188 toneladas) de vapor; 7.922 (85.054 toneladas) de motor; 11.292 (22.739 toneladas) de vela, y 26.798 (30.629 toneladas) de remo.

Atendiendo solamente a sus elementos de propulsión, la flota pesquera española está constituida por 926 barcos de vapor (con 74.529 toneladas), 10.010 de motor (con 205.208 toneladas), 11.296 de vela (con 22.747 toneladas) y 26.798 de remo (con 30.629 toneladas).

Al servicio de esta flota y de la pesca en general, como capitanes de barcos, patrones de pesca, maquinistas, marineros, mariscadores, etc., etc., existe un censo de 279.722 personas, integrado por 233.400 hombres, 42.412 mujeres y 3.910 menores o niños, es decir, algo menos, pero muy poco, del 1 por 100 de la población española, lo que es una prueba más de la importancia que esta riqueza natural tiene en la vida de nuestro país.

Cualquiera que observe las estadísticas

de la pesca española en años sucesivos observará un progresivo incremento del volumen de las capturas, hecho que podrá dar la falsa impresión de que se trata de una industria, floreciente y de que nuestros mares son capaces de soportar una extracción progresivamente mayor.

Esta impresión, como decimos, es solamente aparente. Ya exponíamos en páginas anteriores, al tratar de la sobrepesca, que lo que importa para saber el rendimiento y la productividad del mar es lo que se refiere a la unidad de esfuerzos, sin que decrezca la capacidad de producción. Y en nuestra industria pesquera, el rendimiento por unidad de esfuerzo decrece poco a poco, como la productividad. Es decir, las capturas aumentan, porque el número de barcos es mayor cada vez, pero el rendimiento por cada uno de ellos, el unitario, es menor de año en año, y el volumen creciente de las capturas se mantiene a base de que la talla media de los ejemplares que se capturan sea cada vez menor, lo que, de acuerdo con lo expuesto en capítulos anteriores, supone siempre una merma en la capacidad de reproducción y pervivencia de las poblaciones.

Ello da lugar a que si en cualquier caso es conveniente la protección y el fomento de toda fuente de riqueza, en el de la pesca de nuestro país estas medidas sean aún más urgentes y necesarias.

El problema no es fácil, como puede suponerse, ya que se plantean cuestiones de difícil solución.

Una de ellas es la necesidad de renovación de gran parte de la flota pesquera. Prescindiendo de que en la actualidad es imprescindible dotar a los barcos de los modernos procedimientos de prospección para la localización de los bancos de peces, de que carecen muchos de ellos, es un problema grave el de los procedimientos de propulsión que poseen no pocos y el del tonelaje de parte importante de nuestra flota pesquera, que movida al vapor y con desplazamiento pequeño, tiene poco radio de acción. En esas circunstancias, esos barcos se ven obligados a pescar en las cercanías de los puertos base y sin poder realizar sus capturas más que a profundidades relativamente pequeñas.

Nuestra plataforma continental no sue-

le ser de gran amplitud y por la circunstancia antedicha, los barcos a que nos referimos pescan desde tiempo inmemorial sobre sus fondos, muy frecuentemente dentro de las aguas jurisdiccionales, en las que la pesca está legalmente prohibida. Y la pesca de año tras año ha esquilamado esos fondos que, sin descanso de ninguna clase, no tienen tiempo de regenerarse.

Es necesario, por tanto, como decimos, como una de las medidas fundamentales de protección de la pesca, la renovación de esos barcos, construyendo otros en su sustitución, capaces de alejarse de la costa para no verse obligados a explotar la plataforma continental, y poder efectuar sus capturas alejados y a profundidades mayores, en las que en la actualidad se están descubriendo pesquerías importantes.

La labor ha de ser lenta, como también la de la educación de los pescadores, tanto para que dejen sus empirismos inveterados y pesquen con arreglo a normas científicas, como para transformarlos en los colaboradores eficaces que pueden ser de los investigadores dedicados al estudio de los problemas pesqueros.

La industria pesquera en nuestro país, como también ocurre en muchísimos otros, se ha limitado solamente a su aspecto extractivo. La creencia, el mito casi de la inagotabilidad del mar, ha llevado a los pescadores a la creencia de que de él se puede sacar sin tasa, sin preocuparse de otra cosa. La frase del célebre presidente americano de que quien saca un pez del mar, recoge una moneda del agua ha sido falsamente interpretada. Y así vemos cómo la humanidad se afana sin cesar en mejorar los procedimientos de captura, dotando a los barcos de continuas innovaciones, aumentando su potencia, radio de acción, facilidades en las maniobras de pesca, dotándolos de eficientísimos medios de localización de los bancos, etc., etc., pero sin que paralelamente y a ritmo equivalente, se hayan tomado las medidas para proteger a los animales marinos contra la depredación constante que para ellos supone la pesca.

En el caso concreto de la pesca en nuestro país, es evidente que se está llegando, si no se ha llegado ya, al límite de las posibilidades extractivas, al menos en lo que se refiere a la pesca de arrastre, fun-

damental en el total de las capturas, tanto en lo que se refiere a la de bous como a la de parejas. Pretender aumentar nuestra producción pesquera a base de incrementar las capturas de especies bentónicas es una utopía. Téngase en cuenta que sobre la base de las 777.303,3 toneladas capturadas en 1957, la cantidad de pescado consumida por cada español y año es solamente de 27,7 kilos, y en realidad de 17 kilos escasos, puesto que el pescado tiene un 40 por 100 aproximadamente de desperdicios, no utilizables para la alimentación del hombre.

Teniendo en cuenta que del total de la pesca capturada en España en el año de referencia, el 41,4 por 100 corresponde a la pesca litoral bentónica, se comprende que es prácticamente imposible basar en ella la esperanza de incrementar suficientemente las capturas, ya que para solamente duplicar la cantidad de pescado que por español y año se consume en la actualidad —y 50 kilos no es una cantidad desorbitada en relación con la que corresponde a otros países de economía pesquera no extraordinaria—, habría que cuadruplicar dichas capturas, lo que, repetimos, es completamente imposible.

El fomento de la pesca hay que enfocarlo bajo otros aspectos —aunque la protección de los fondos de la plataforma continental sea también fundamental—, racionalizando sus extracciones. Y ese fomento debe ser dirigido hacia el descubrimiento de nuevos caladeros de aguas más profundas, como los que en la actualidad se descubren para crustáceos y determinados peces y, sobre todo, a la instalación de la piscicultura marina razonablemente organizada, piscicultura que —indudablemente— puede tener viabilidad en nuestro país, dada la extraordinaria extensión de sus costas y su no menor diversidad, tanto topográfica como climática y faunística.

La experiencia del desarrollo rápido y floreciente de la industria mejillonera es francamente alentadora e instructiva. Las especies propicias al cultivo en las aguas confinadas litorales, como los mugilidos, espáridos, asterinidos, etc., etc., son frecuentes y abundantes en nuestra fauna, y lo mismo que se cultivan con éxito en otros países, e incluso limitadamente en el nuestro (encafinadas de Mar Menor), pueden y deben serlo en España.

Pero es fundamental que ese fomento y esa protección, que indudablemente precisa nuestra industria pesquera, sean racional y científicamente ordenados y dirigidos, impidiendo las improvisaciones y los empirismos que frecuentemente conducen al mal éxito y al desánimo, cuando no al abandono, de formas de incrementar una riqueza que, bien proyectadas, pueden ser auténticos y verdaderos éxitos.

PRINCIPALES PESQUERIAS ESPAÑOLAS Y EXTRANJERAS

El concepto de pesquerías suele ser interpretado bajo dos aspectos diferentes: el de la especie que motiva la pesca y el del lugar donde se realiza. Así, una vez se habla de las pesquerías de la corvina, por ejemplo, y otras de las pesquerías de la costa del Sáhara. Por tanto, nos referimos a ambos aspectos en la sumaria relación que a continuación haremos, sobre las más importantes en uno y otro sentido, tanto en nuestro país como en los que con él van a la cabeza en el mundo en la industria pesquera.

Desde el punto de vista de las especies, las pesquerías más importantes, que pueden deducirse de las relaciones dadas en las páginas anteriores son las siguientes:

En lo que a la pesca de especies pelágicas se refiere —y también al volumen general de la pesca—, ocupa lugar preminente la sardina, que se captura, como hemos visto, por medio de jábegas, sardineros, etc., pero sobre todo con los enormes artes de cerco de jareta, en las proximidades de la costa. Siguen en importancia boquerones y jureles, y a continuación, pero en cantidades muy inferiores, las diferentes especies de escómbridos, caballas, atunes, bonitos, etc., que se capturan principalmente por medio de las almadrabas, artes que tienen importancia especial en España, donde son posibles debido a nuestra situación geográfica privilegiada, en un punto crucial de la ruta migratoria de estos peces. Porque así como en otros países, como los Estados Unidos y el Japón, donde la pesca de atunes y especies afines tiene gran importancia, se verifica por medio de aparejos de anzuelo, a bordo de bar-

cos especiales, en nuestro país, las dos terceras partes de la pesca de estas especies se lleva a cabo precisamente en las almadras.

En lo que a las especies bentónicas se refiere, y en las especies de nuestro litoral, es indudablemente la merluza la de mayor importancia, ya que supone cerca del 10 por 100 del volumen total de nuestras capturas. Las restantes especies se pescan ya en cantidades mucho menores.

El bacalao es capturado en mayor cantidad que la merluza, pero esta especie, que en realidad no es ella sola, puesto que bajo ese epígrafe se comprende a otros géneros, y principalmente al eglefino, es pescado en aguas internacionales del Atlántico N. W.

Atendiendo a los bancos pesqueros y no a las pesquerías, nuestra flota pesca tanto en las aguas españolas como en las internacionales.

Las pesquerías de especies pelágicas, sardinaz, boquerones, atunes, caballas, etcétera, se realizan, como decimos anteriormente, en las inmediaciones de nuestra costa peninsular, de la insular y de la de Marruecos.

No frecuenta España las pesquerías de especies pelágicas de otros mares no españoles.

Las pescas de arrastre se realizan, además de sobre nuestra plataforma continental y en la marroquí, en las importantes del N. W. africano, entre Cabo Gélir y Cabo Blahou, a lo largo de Mauritania y de las provincias saharinas, donde como consecuencia de la existencia de una dilatadísima plataforma continental, se encuentra uno de los bancos pesqueros más ricos del mundo en cuanto a especies batiales o de fondo se refiere.

En cuanto a la pesca de fondo en bancos internacionales, la flota española frecuenta sobre todo los del mar celtico, el gran Sol y el pequeño Sol, y los del Atlántico N. W., visitados estos últimos por nuestra flota bacaladera de *chouss* y parejas, que pesca principalmente en aguas de Terranova y de Groenlandia.

Nuestra flota ballenera, reducidísima, se limita a pescar en las proximidades de nuestras costas. No visita España las pesquerías de ballenas de los mares australes, no formando parte, ni siquiera,

de la Convención Internacional para la protección y fomento de la pesca de estas especies.

En cuanto a otros países del mundo, de importancia pesquera relevante, sus principales pesquerías son las siguientes:

En los Estados Unidos de América del Norte, tanto en su costa del Pacífico como en Alaska, tiene importancia primordial la pesca de los salmones, que se hace de forma intensiva en las desembocaduras de los ríos, cuando en masas ingentes arriban a las mismas en su migración genética. Cerca de 250.000 toneladas de esta especie se pescaban ya anualmente en 1925, según datos de Tressler.

Para las mismas fechas, daba el mismo autor unas 450.000 toneladas de menhaden, especie de clupeido que se destina principalmente a la producción de harinas, y que se captura en el Atlántico, sobre todo en la región del Maine. Siguen en importancia los arenques, con unas 50.000 toneladas, que unidas a las del menhaden, dan cerca de 500.000 toneladas de clupeidos. Los arenques, como los menhaden, son capturados principalmente en el Atlántico, en la región del Maine. Y en el Pacífico tiene importancia muy grande la pesca de la sardina pacífica (*Sardinops caerulea*).

Sigue en importancia, entre los peces, el bacalao, con más de 500.000 toneladas; el eglefino, con unas 45.000, y el halibut, con algo menos de 30.000.

En cuanto a las especies pelágicas, son los atunes los que con otros escómbridos más importancia tienen y desde tiempos relativamente recientes. Las pesquerías se realizan en toda la costa americana y sobrepasaban ya, hace no muchos años las 50.000 toneladas anuales.

En cuanto a los moluscos y crustáceos, las principales pesquerías de los Estados Unidos han sido siempre las de las ostras, con más de 75.000 toneladas anuales y diversas especies de gambas, con algo menos de 25.000 toneladas.

El Canadá posee también una importante industria pesquera. Sus principales pesquerías están constituidas, en la pesca atlántica por el bacalao (unas 100.000 toneladas), el eglefino, la caballa (unas 10.000 toneladas), los clupeidos y principalmente el arenque (unas 80.000 toneladas) y los salmones (unas 50.000 toneladas).

Tiene gran importancia la pesca de los bogavantes, de los que ya hace más de veinticinco años se capturaban anualmente cerca de 40.000 toneladas.

En Inglaterra, que realiza las pescas en sus costas circundantes del mar celtico y del Norte, y que frecuenta las del Atlántico NE. y NW. las principales pesquerías las constituyen los arenques (más de 300.000 toneladas), los eglefinos (unas 200.000 toneladas) y el bacalao (más de 150.000 toneladas), superando sus pescas totales con mucho el 1.560.000 toneladas anuales.

Noruega, uno de los países de mayor importancia pesquera, tiene fundamentada su pesca en las aguas del Mar del Norte, en sus propias costas, y las espe-

cies de sus capturas son los arenques (cerca de 500.000 toneladas anuales), el bacalao (unas 100.000), el eglefino y otros gélidos (cerca de 35.000), las caballas y los espadines (más de 35.000), siguiendo, pero ya en cuantía mucho menor, los salmones y truchas marinas.

Finalmente, el Japón, país que vive casi exclusivamente de los recursos alimenticios del mar, tiene fundamentada su pesca en la captura de los arenques (más de 350.000 toneladas), la especie pacífica de sardina (más de 300.000 toneladas), las caballas (unas 65.000 toneladas), los calamares (unas 50.000), los atunes y especies afines (más de 40.000), etc., etc., sobrepasando en conjunto el volumen de su pesca al millón de toneladas anuales.

CAPITULO XXXVIII

LA COMPOSICION QUIMICA Y EL VALOR ALIMENTICIO DEL PESCADO

Aunque desde el punto de vista industrial al hablar del pescado se comprende generalmente a peces, crustáceos y moluscos, pues pocas veces se los distingue, y cuando se hace es agrupando a los dos últimos bajo el nombre de mariscos, cuando se trata de la composición química y del valor alimenticio del pescado, se sobreentiende que se trata exclusivamente de los peces.

Ya expusimos en el capítulo dedicado a la composición química de los animales marinos, cuáles eran los elementos que integraban dicha composición, tanto los biogénicos fundamentales como los oligodinámicos, como los biogénicos raros y los accidentales.

Desde el punto de vista del valor alimenticio del pescado interesan principalmente los compuestos que lo integran, no los elementos minerales aislados, y por ello nos referiremos principalmente a las grasas o lípidos y a los albuminoides o proteínas (los glúcidos no existen prácticamente en los peces), a los que hay que agregar, como es natural, las vitaminas, el agua y las sales minerales que, en los análisis de la composición química del pescado, se computan habitualmente como cenizas.

Desde el punto de vista de la composición química de los peces hay que considerar a tres elementos diferentes: las porciones esqueléticas, la masa muscular y los fluidos orgánicos—sangre y linfa—, si bien éstos pueden agruparse, sin cometer transgresión grave, con la masa muscular, tanto porque sus composiciones no difieren mucho, como porque su cantidad ponderal, en relación con la de los músculos, es muy pequeña y no supone la adición de una gran fuente de error en la determinación de la composición media, que es, en último extremo, la que interesa.

El esqueleto, o mejor aún, las formaciones esqueléticas, están constituidas en

los peces por huesos y cartílagos principalmente, que pueden o no coexistir, en dependencia del grupo de peces de que se trate. Los huesos de los peces son, en general, más ligeros que los de los restantes vertebrados, mientras que los cartílagos, que en determinados grupos de peces, como los condroictios (tiburones y rayas), son las únicas formaciones esqueléticas existentes, suelen ser más masivos y resistentes que en los restantes vertebrados.

Los huesos, como expone Bernard, tienen una estructura asimilable a la del hormigón armado, estando formada la armadura por determinadas sustancias orgánicas, principalmente colágenas, y el cemento por las sales minerales.

Estas últimas se encuentran, por término medio, según los siguientes porcentajes:

Fosfato tribásico de cal.....	60 %
Carbonato cálcico	7 %
Fosfato magnésico	1 %
Fluoruro cálcico	0.3 %
Cloruros sódicos y cálcico....	0.7 %

Resto, hasta 100 %, formado por agua y las sustancias orgánicas.

Como se ve, los huesos son una importante fuente de fósforo, y por ello, las harinas de pescado que se obtienen a base de los desperdicios, que contienen un gran porcentaje de huesos, son empleadas con magníficos resultados en la alimentación de las aves de corral o en los abonos agrícolas.

Los elementos orgánicos de los huesos constituyen del 30 al 38 % de su composición, por término medio. Son casi todas materias colágenas muy ricas en nitrógeno, principalmente proteínas, sustancias muy próximas a los albuminoides, pero más ricas que ellos en N. (hasta el 18 % del mismo en su composición). Se encuentran las colágenas en el tejido tendinoso, en los cartílagos, en la piel, en el con-

juntivo, en las paredes de los vasos, etc., y las principales son la osseina de los huesos, el condrogéno de los cartilagos y la epidermosa del tejido epitelial. Todas ellas tienen la propiedad de transformarse en condrina o gelatina por la acción del agua caliente, proporcionando una sustancia de extraordinaria utilidad, ya que la gelatina tiene múltiples aplicaciones en la industria, como, por ejemplo, en la fotografía, para la preparación de las emulsiones, en la obtención de colas, etc., etc.

Los cartilagos podrian considerarse, hasta cierto punto, como huesos desprovistos de sales minerales, aunque ello no sea absolutamente exacto, ya que en muchas ocasiones no faltan las sales, aunque cuando están presentes, sea en forma de depósitos endurecedores, distintos de los elementos constitutivos característicos que suponen en los huesos. Además, en cuanto a las materias colágenas se refiere, en los cartilagos predomina de manera especial el condrogéno, dependiendo las diferentes clases existentes de cartilago de las diferentes cantidades que en ellos pueda existir de osseina, que se presenta en forma de fibras elásticas.

Todas las sustancias colágenas citadas, tanto las procedentes de huesos como de cartilagos, originan, por tratamientos diversos, peptonas, aminocidos y otras sustancias nitrogenadas útiles para fines muy diversos.

El conjunto de la musculatura y de los fluidos orgánicos constituye la parte principal de los peces, en cuanto a su valor alimenticio se refiere. Pese a una creencia muy generalizada de que la carne del pescado difiere fundamentalmente,

por su composición, de la de los restantes vertebrados utilizados en la alimentación, la realidad es que se asemeja extraordinariamente a la de mamíferos y aves en cuanto a la identidad de sus componentes, si bien las proporciones en que éstos se encuentran suelen ser muy variables.

Suelen distinguirse los peces, desde el punto de vista de su composición, en dos categorías diferentes, la de los pescados magros y la de los grasos; hasta cierto punto identificables, a su vez, con los denominados pescados blancos y pescados azules. Ambas categorías no responden a una realidad constitucional estricta, ya que las diferencias que se dan para distinguirlos estriban en que los magros no tienen más del 5 % de grasa en su composición, mientras que los grasos superan ese porcentaje. Y es sabido que la cantidad de grasa que contiene la carne de los peces sufre muy grandes variaciones de tipo estacional, en dependencia con los ciclos reproductores, siendo las fluctuaciones de grado extraordinario. Y así, las sardinas, por ejemplo, calificadas como auténticos peces grasos, que llegan a tener porcentajes de grasa superiores al 12 %, tienen en determinados meses del año cantidades inferiores al 1 % (Del Riego, 1948). La legislación pesquera portuguesa prohíbe la industrialización de las sardinas cuando éstas tienen menos del 5 % de grasa, lo que corrobora que su clasificación como pescado grasos es completamente aleatoria.

Damos a continuación algunos datos sobre la composición química de determinadas especies de peces, relativa a la carne fresca.

PORCENTAJES

ESPECIE	AGUA	PROTEÍNAS	GRASA	CENIZAS
Anguila (1)	57,42	12,83	28,37	0,85
Salmón (1)	67,01	19,73	10,74	1,39
Arenque (1)	75,09	16,11	8,47	1,72
Caballa (1)	71,20	19,36	8,08	1,26
Bacalao (1)	81,85	16,72	0,30	1,28
Rodaballo (1)	78,85	18,71	1,93	1,01
Sardina (2)	69,90	20,00	5,80	3,40
Dorada (2)	74,80	19,60	3,30	1,30
Rape (2)	83,30	15,50	0,10	1,00
Merluza (2)	82,50	15,50	0,40	1,20
Jurel (3)	75,12	17,44	4,07	2,75

(1), Según König. (2), Según Cerezo y Heras. (3), Según Arévalo.

Aunque, como decimos, la distinción entre pescados grasos y magros no está fundamentada en una composición perma-

nente, damos la media que asigna König para cada uno de ellos.

	Humedad	Proteínas	Grasa	Cenizas
Pescados grasos	73,45	17,76	7,54	1,29
Pescados magros	80,20	17,84	0,73	1,18

Se observa inmediatamente que las cantidades de proteínas y cenizas no varían sensiblemente entre una y otra categoría de pescados, mientras que las fluctuaciones se deben a las de la grasa. Como consecuencia de ello, los pescados grasos tienen menos porcentaje de agua que los magros. Y, efectivamente, aunque la relación no sea absolutamente regular, se observan que las cantidades de grasa y agua suelen ser inversas, lo que se pone de manifiesto muy patentemente,

cuando se estudia la variación de la composición química de un pescado a lo largo de todo un año, viéndose que las curvas expresivas de los porcentajes de humedad y grasa suelen llevar un curso completamente antagónico. Según estas particularidades, si se reúnen en un solo sumando grasa y humedad, las diferencias entre pescados magros y grasos desaparecen prácticamente, como se deduce de los siguientes datos expuestos por Bernard:

	Agua y grasa	Proteínas	Cenizas
Pescados grasos	80,99	17,76	1,29
Pescados magros	80,93	17,84	1,18

Desde el punto de vista de la alimentación humana, la importancia verdadera del pescado estriba, principalmente, en su contenido en proteínas y vitaminas.

En cuanto a las sustancias nitrogenadas, y como ya hemos dicho, la mayor parte se encuentra en los músculos, radicando el resto en la sangre, linfa y tejidos conjuntivos, principalmente en los mioseptos o láminas que separan a los miotomos o segmentos musculares.

En los músculos, además del agua, de las proteínas constitutivas propias y de las sales minerales, se encuentran otras sustancias, como la hemoglobina de la sangre o los productos de desasimilación, tales como el ácido láctico, la urea, el amoníaco y el anhídrido carbónico u otros productos orgánicos como la glucosa.

Los principales compuestos nitrogenados son, sin embargo, los protidos, y particularmente la miofibrina, albuminoide específico de la musculatura, cuya coagulación es la que produce la rigidez cadavérica. Estos protidos pueden agruparse en dos categorías diferentes según sean o no solubles en estado de coagulación. Al primer grupo pertenecen las albúminas, y al segundo las denominadas materias extractivas.

Tienen éstas particular importancia,

porque, entre otras cosas, son las que determinan el sabor del pescado. De ellas, las más importantes son la creatina y la creatinina, siguiéndoles en importancia la histidina, hiposantina, carnosina, tirofina, amido- ϵ -lisilamina, leucina y alanina.

Todo ser necesita, como es sabido, que sus alimentos le proporcionen dos elementos diferentes, pero fundamentales: los energéticos y los plásticos. Los primeros para transformarse en la energía calorífica precisa para la actividad vital; los segundos, para contribuir a la renovación de la materia viva y al crecimiento de los individuos. Aunque en determinadas circunstancias, cualquiera de las sustancias orgánicas constitutivas de los alimentos pueden subvenir a ambas necesidades, es lo normal que hidratos de carbono y grasas sean alimentos energéticos y que los albuminoides sean sustancias eminentemente plásticas.

Cualquier organismo, el hombre entre ellos, necesita una dieta diaria o eración básica, compuesta de elementos energéticos y plásticos, solamente para su entretenimiento, prescindiendo de cualquier actividad muscular. En el hombre, esa ración básica, para 18° de temperatura y absoluta inactividad muscular, es de 2.400 calorías, suministradas en hidratos de

carbono, más 50 gramos de grasa y 60 de proteínas. Las necesidades de sustancias minerales son mínimas, aunque imprescindibles, pudiendo evaluarse en 1 gramo de calcio, de 1 a 1,5 de fosfatos, de 0,10 a 0,20 de magnesio, 0,15 de hierro y 0,25 de todo por día.

Cualquier actividad muscular implica la necesidad de una dieta complementaria de calorías, que pueden evaluarse en unas 200 por hora, para un trabajo muscular activo.

Los hidratos de carbono pueden proporcionar, por término medio, cuatro calorías por gramo. Igual cantidad suministran las proteínas; y las grasas, las de mayor potencia energética, llegan a 9 calorías por gramo. La ración básica del hombre debe ser, por tanto, un alimento o un conjunto de ellos integrados por:

60 grs. de albuminoides, equivalentes a	240 calorías
50 grs. de grasas, equivalentes a	450 "
400 grs. de glúcidos, equivalentes a	1.600 "

A esos alimentos hay que añadir los denominados complementarios, constituidos por el agua y las vitaminas principales.

El agua, como hemos visto anteriormente, se encuentra en cantidad suficiente en el pescado. En cuanto a las vitaminas, el pescado las tiene muy abundantes, y sobre todo muy concentradas, en los aceites hepáticos, siendo las principales la A y la D, pero existiendo también la B₁ y la K.

Como exponente de la riqueza vitamínica de algunos peces, damos a continuación datos de Bernard al respecto:

Contenido en vitaminas en U. I. en los aceites hepáticos.

ESPECIES	Vitamina A	Vitamina D
Halibut	7.000.000	120.000
Dorada	1.500.000	4.000.000
Albacora	1.600.000	
Merluza	273.000	
Bacalao	100.000	10.000

De esos datos se deduce que los pecados son más ricos en vitaminas A y D que el resto de los alimentos.

Por todo lo anterior, se deduce que desde el punto de vista de la composición química, el pescado es un excelente alimento para el hombre, complementariamente a una dieta de hidratos de carbono, que es lo único de que carecen.

Pero, además, en la alimentación, aparte de los componentes que sean necesarios para constituir la dieta mínima, se precisan de otras condiciones, de las que las principales son el aspecto del alimento, su sabor y, sobre todo, su digestibilidad y asimilabilidad, puesto que de nada servirá que estuviesen presentes los componentes necesarios, si no fuesen digeribles.

En este aspecto, el pescado cumple también todos los requerimientos.

Su aspecto suele ser claro, debido a que la cantidad de sangre de estos animales es pequeña, y a que su masa muscular

está poco vascularizada. Es sabido que el color rojo de la carne de los mamíferos se debe principalmente a la hemoglobina de la sangre, que queda retenida en los músculos después de la muerte. En los mamíferos, de gran actividad fisiológica, es necesaria una activísima circulación sanguínea intramuscular, cosa que no ocurre en la mayoría de los peces, aunque no falten excepciones como las de los escómbridos, y entre ellos los atunes principalmente, los más activos de los peces, y caracterizados, por ello, por la presencia de un plexo sanguíneo subepidérmico muy complicado y profuso, encargado de la irrigación sanguínea a los músculos, circunstancia que se manifiesta, por otra parte, en la de que estos peces, aun siendo poiquiloterms como el resto de las especies ictiológicas, tienen normalmente una temperatura uno o dos grados más elevada que la del medio ambiente.

Y precisamente la carne de los escómbridos se diferencia de la de los restantes peces por su coloración, marcadamen-

te rojiza, demostrativa de su mayor contenido en sangre.

En cuanto al sabor o gusto de los peces, debe ser tenido en cuenta que, muy corrientemente, el sabor es confundido con el olor. El sabor de los peces se debe a las sustancias extractivas solubles que contiene, y frecuentemente a las grasas o a sus componentes, y, sobre todo, al ácido clupanodónico, que se oxida con mucha facilidad y produce el olor característico del pescado rancio.

La digestibilidad del pescado, finalmente, es mayor que la de muchos otros alimentos albuminoideos, debido principalmente a las características estructurales de su musculatura. Esta, formada, como es sabido, por segmentos musculares muy cortos, los miofibras, separados por cubiertas conjuntivas, los misoseptos, se caracteriza por no tener fibras largas. En estas circunstancias, siendo los misoseptos fácilmente transformables en gelatina, como expusimos anteriormente, se lle-

ga rápidamente a una destrucción de la estructura muscular y a un más fácil acceso a las fibras musculares que lo que ocurre en otros tipos de carnes, formadas por fibras largas y agrupadas en gruesos paquetes, en los que es difícil llegar a las porciones internas de los mismos. No debe olvidarse que las colágenas que constituyen las cubiertas de los paquetes y segmentos musculares de los peces son transformadas en gelatina a los 70° C, es decir, mucho antes de llegar a la temperatura de ebullición del agua, por lo que la simple cocción del pescado lo pone en condiciones excelentes para ser digerido posteriormente.

En cuanto a la asimilabilidad de la carne del pescado, es también mayor que la de otros tipos de alimentos nitrogenados.

A estos efectos, König da los siguientes datos comparativos de la asimilabilidad de la carne del pescado en comparación con la de otros alimentos.

Asimilabilidad sobre 100 %

ALIMENTOS	Proteínas	Grasas	Glúcidos	Materias minerales
Leche	93,5	95,0	99,0	50,0
Queso	93,0	90,0	98,0	60,0
Huevos	97,0	93,0		80,0
Carne de vaca.....	97,5	94,0		82,0
Pan de centeno.....	60,0		90,0	38,0
Harina de leguminosas.....	84,5	40,0	95,0	63,0
CARNE DE PESCADO.....	97,0	91,0		77,5

En resumen, de todo lo anteriormente expuesto puede concluirse que los pescados magros se corresponden con las aves en cuanto a su valor alimenticio, aunque contengan menos sustancias extractivas. Son más fáciles de digerir y contienen mayor cantidad de fósforo que cualquier otra carne. Con un 18 por 100 de proteínas, y, 0,73 por 100 de grasas, por término medio, son capaces de proporcionar 78,57 calorías por cada 100 gramos.

Los pescados grasos son menos digeribles que los magros pero no ostensiblemente, proporcionando, en cambio, mayor número de calorías. Con una composición media de 18 por 100 de proteínas y 7,54 de grasas, suministran 139,86 calorías por cada 100 gramos.

Algunos pescados excepcionalmente grasos, como la anguila, tienen un poder

energético muy superior. Esta especie, con 12,38 por 100 de proteínas y 28,37 por 100 de grasa, puede proporcionar hasta 306,65 calorías por cada 100 gramos de peso.

Como es natural, no todo en el pescado es comestible, puesto que de él, sólo suele aprovecharse, para la alimentación humana, la parte muscular. Interesa, por lo tanto, conocer cual es la proporción de carne comestible y desperdicios del pescado. Pueden evaluarse éstos en un 40 por 100, por término medio, lo que influye, proporcionalmente, en el rendimiento en calorías, que descontados los desperdicios puede estimarse en 36,34 calorías para los pescados magros y en 84,00 en los magros, por cada 100 gramos de peso.

El problema del valor energético de los pescados llevó a los químicos españoles Cerezo y Heras a unas curiosas observa-

ciones y conclusiones, relativas a los precios del pescado, no refiriendo éste al valor del kilo de peso, que es la unidad usual, sino a las calorías proporcionadas por cada especie por unidad monetaria, circunstancia dependiente de la composición típica de cada pescado. Y así calculando el valor de millar de calorías, sobre los precios del pescado en lonja portuaria, llegaron a demostrar palpablemente, que muchos de los pescados considerados como caros son, en cambio económicos, puesto que con menores cantidades proporcionan mayor número de calorías, o lo que es lo mismo, que la unidad emillar de calorías, elegida por dichos autores, es mucho más representativa del verdadero precio del pescado.

Si comparamos, por ejemplo, los precios de la merluza y el besugo, por kilos o por millares de calorías, tendremos los siguientes resultados:

La merluza, uno de los pescados más caros en la actualidad (unas 80 pesetas

el kilo, por término medio), tiene también, por término medio un 0,4 por 100 de grasa y un 15,5 por 100 de proteínas. Es decir, suministra 686 calorías por kilo, y el precio real, desde el punto de vista energético es de 148,44 pesetas por millar de calorías.

El besugo, pescado más barato (unas 30 pesetas kilo), tiene de promedio 1,4 por 100 de grasa y 17,1 por 100 de proteínas. Suministra, por tanto, 810 calorías por kilo y su precio real, desde el punto de vista energético es de 37,93 pesetas por millar de calorías.

Es decir, que comparados los precios en unidades ponderables, la relación de merluza a besugo es de 2,66 a 1, y desde el punto de vista energético, de 3,95 a 1. Es decir, el besugo es un pescado mucho más barato que lo que a primera vista parece, por su precio en kilos, o lo que es lo mismo, la merluza es muchísimo más cara que lo que a primera vista aparenta.

CAPITULO XXXIX

PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION DEL PESCADO, INDUSTRIAS DEL FRIO, AHUMADO, DESHIDRATACION Y ENLATADO

Como hemos expuesto en diversas ocasiones en páginas anteriores, desde el momento en que los barcos de pesca prolongaron sus salidas a la mar, teniendo que guardar el pescado a bordo durante días, y al mismo tiempo, desde que dejó de ser consumido exclusivamente en la costa, para ser distribuido por el interior de los países, se hizo más necesario el arbitrar procedimientos para su conservación, y tanto más precisos, cuanto que el pescado es un alimento muy fácilmente alterable. Estas necesidades de la conservación se han incrementado desde que la difusión de este tipo de alimento ha adquirido el volumen que hoy tiene, y su consumo exige, no sólo una distribución uniforme a lo largo del tiempo, de lo que los barcos en forma más o menos aleatoria pueden llevar a los puertos, sino unas condiciones cada día más exigentes de presentación y calidad para su utilización.

En el pescado vivo, dadas las condiciones especiales del medio en que vive, en un ambiente muy denso, poco propicio a los movimientos, que inmediatamente se ven amortiguados, no son frecuentes los traumas, y por consiguiente, la textura es delicada, tanto la muscular como la protectora externa, que frecuentemente se limita a la existencia de un recubrimiento de escamas no siempre muy duras ni adherentes, o a la de sustancias mucilaginosas, destinadas tanto a la protección antitraumática como a la antibacteriana.

Cuando el pescado es sacado de su medio ambiente, es en cambio muy propicio a sufrir heridas, desgarraduras, etc., etcétera, que dan paso inmediato a diversos tipos de alteraciones. Por ello, es muy conveniente el tratamiento delicado del pescado cuando ha salido del mar, y muy distinta su calidad según el procedimien-

to empleado para la captura. No es lo mismo un pescado capturado al anzuelo, palangre, curricán etc., que se obtiene en individuos aislados, sin roces ni choques con ningún otro, que un ejemplar procedente de una pesca de arrastre o de cerco, que ha sufrido las presiones y choques de toda la masa capturada, frecuentemente muy considerables. Ni es igual el estado de un pescado llegado a la fábrica o al mercado, si no fué bien tratado en los sucesivos transbordos que sufrió desde que fué pescado, si el hielo en que se le conservó no estaba suficientemente triturado, o si su cantidad era excesiva, aplastándolo con su peso, etc., etc., que si todas esas causas de posible alteración física fueron eliminadas.

Las causas de alteración del pescado son dos principalmente: la autólisis y los procesos de putrefacción.

Inmediatamente de muerto el pescado, se produce en él la rigidez cadavérica o erigor mortis, originado, como expusimos en el capítulo anterior, por la coagulación de la miosina. Durante el tiempo que dura la rigidez cadavérica, que puede oscilar entre una y diez horas, se detienen todos los procesos bioquímicos en los tejidos. La reacción de éstos es ácida, como en la vida del pez. Pero en cuanto el erigor mortis desaparece, comienzan de forma muy rápida los fenómenos de autólisis y la reacción de los tejidos se hace alcalina. El pescado, hasta este momento, es perfectamente útil, tanto para su consumo en fresco como para su ulterior conservación.

Estos pescados tienen los ojos abombados y transparentes, con la pupila perfectamente negra, las agallas o branquias rosadas o rojizas, las escamas firmemente adheridas y las paredes del cuerpo en la región abdominal principalmente, duras y turgentes.

Pasado el *erigor mortis* se inician las alteraciones. La autólisis consiste en la destrucción de los tejidos por causa de agentes físicos y químicos, y pueden ser denominada también como *autodigestión*, dada la naturaleza de los procesos que la producen.

Las enzimas intracelulares, que actúan durante la vida atacando a las sustancias aportadas a las células, para liberar la energía calorífica necesaria, produciendo en ellas la correspondiente degradación, en cuanto cesa la rigidez cadavérica y rota la perfecta ordenación que rige durante la vida en los procesos intracelulares, actúan digiriendo la propia célula que las contiene, pero aún en un medio completamente aséptico. Esta digestión acaba por destruir totalmente los tejidos.

La descomposición pútrida de los tejidos tiene causas diferentes.

Durante la vida, los organismos se defienden de muy diversas maneras contra las infecciones bacterianas, y entre otras porque la estructura celular de los tejidos, en la que cada célula está aislada de las contiguas por las membranas celulares correspondientes, supone una cierta estanqueidad.

Pasado el *erigor mortis* y destruidas las membranas celulares por la acción autolítica, se pierde aquella estanqueidad, con lo que se favorecen de manera extraordinaria los fenómenos de contaminación bacteriana.

Las principales vías de contaminación para los pescados, son naturalmente los

orificios y cavidades naturales del pez, y concretamente las branquias y cámaras branquiales y el aparato digestivo, sobre todo este último, por albergar normalmente una nutrida flora bacteriana, y porque a los fenómenos intracelulares de autólisis se suman los que provocan sobre los tejidos digestivos las enzimas digestivas, que siguen actuando después de muerto el pez. Una vez que las bacterias han penetrado en el interior del pez, se difunden por el medio más rápido, que es a lo largo del sistema circulatorio, tanto porque conduce directamente a cualquier región del pez, como porque la sangre, de por sí, es extraordinariamente propicia a la descomposición bacteriana. La invasión bacteriana, procedente del digestivo, suele iniciarse a través de los riñones, colocados inmediatamente encima del digestivo, en la porción superior de la cavidad celomática, —y por fuera de ella—, con una estructura muy vascularizada, y en íntimo contacto o proximidad con la gran arteria aorta dorsal.

En cuanto los procesos de descomposición bacteriana se inician, su rapidez aumenta de manera extraordinaria. Por ello, para evitarlos en lo posible, los pescadores suelen desangrar y eviscerar a los pescados, a fin de evitar esas dos principales fuentes y vías de contaminación.

El estado de alteración de un pescado puede determinarse, con cierta aproximación solamente, por la presencia de un determinado número de caracteres externos, que se resumen en el siguiente cuadro que tomamos de Besnard.

ORGANOS O PARTES EXAMINADOS	CARACTERES QUE PRESENTAN	ESTADO DE CONSERVACION			
		Perfecto	Fresco	Pasado	Pútrido
Conjunto →	Rígido. Escamas brillantes. Ojos turgentes. Pared abdominal dura →	+			
	Flexible. Escamas brillantes. Ojos turgentes. Pared abdominal dura →	+	6	+	
	Flexible. Escamas brillantes. Ojos con pupila negra. Pared abdominal ligeramente blanda →		+		
	Blanda. Escamas opacas. Ojos hundidos pero claros. Pared abdominal blanda →			+	
	Floja. Escamas y ojos opacos. Pared abdominal floja →				+
Ojos →	Turgentes, brillantes. Pupila muy negra →	+			
	Lisos o hundidos. Pupila muy negra →	+	6	+	
	Lisos o hundidos. Pupila opaca →			+	
	Hundidos y opacos. Pupila gris →				+
Branquias →	Rosas o rojas →	+	6	+	
	Pálidas →		+	6	+
	Grisas →			+	6
Adherencia de la carne al esqueleto →	No se desprende ni por rascado →	+			
	Solo se desprende por rascado →		+		
	Se desprende por simple presión →			+	6
Color de la carne y de las vértebras a lo largo de los riñones y de la región caudal →	Blanco →	+	6	+	
	Ligeramente rosado →		+	6	+
	Rojo →			+	
	Pardo →				+
Riñones →	Turgentes. Rojo muy oscuro →	+			
	Turgentes. Rojo con tendencia al pardo →		+	6	+
Olor →	A mar, apenas perceptible →	+			
	A pescado →		+	6	+
	Indefinido →			+	
	Pútrido →				+

Anderson dió, por su parte, una escala de siete términos, para el establecimiento del estado de alteración del pescado, adoptada por el servicio posguero escocés, pero que no es demasiado útil, ya que cada estado se caracteriza por una sola observación, lo que es insuficiente. La referida escala es la siguiente:

Estado I.—Rigidez cadavérica.

Estado II.—Enrojecimiento de la cara ventral de la columna vertebral.

Estado III.—El olor se altera y comienza a ser pútrido.

Estado IV.—La carne se desprende con facilidad de la columna vertebral.

Estado V.—La pared albidinal se hace completamente flácida, comenzando a decolorarse. Olor pútrido.

Estado VI.—El color normal de las branquias desaparece, y se vuelven grises.

Estado VII.—Los ojos se hunden y se vuelven grises.

Como se ve, por otra parte, los pescados sólo son útiles hasta el estado II, y aún con ciertas reservas, por lo que esta escala tiene poca virtualidad a efectos del consumo del pescado en fresco o para conservas.

Es de hacer notar, por otra parte, en cuanto al estado de alteración del pescado se refiere, y a sus efectos sobre las personas que lo ingieren, que existe una receptividad personal ante los diferentes estados de conservación. Y así, es muy frecuente el hecho de que los habitantes de las regiones costeras, acostumbrados a comer el pescado en un estado frecuentemente excelente de frescura, estimen como pasado y aún sufran trastornos, al ingerir en las poblaciones del interior, pescados que se consideran allí perfectamente frescos, al mismo tiempo que, recíprocamente, los habitantes del interior, acostumbrados a tomar un pescado parcialmente pasado y con olor y sabor característicos, encuentren al que se consume en la costa como insípido e inodoro.

Se desprende de todo lo anterior, que tanto para el consumo del pescado fresco como para su conservación a fines diversos, es necesario arbitrar los medios precisos para llevar a cabo esa conservación.

El destino que se da al pescado es muy

variado, y según cual sea, las exigencias de la conservación son diferentes. Las diversas aplicaciones del pescado son, entre otras, las siguientes:

PESCADO ENTERO O TROCEADO.—Para la alimentación en fresco. Para su conservación en frío. Para la preparación de conservas, salazones y ahumados.

PESCADO DESECHADO O DESPERDICIOS DE FÁBRICAS.—Para la industria de subproductos y obtención de aceites de pescado ordinarios, aceites electrolíticos, colas de pescado y harinas.

HIGADOS DE PESCADO.—Para industrias de subproductos especiales, como los farmacéuticos, aceites hidrogenados, pinturas, etcétera.

PUELES.—Para el curtido de las mismas, obtención de colas, etc.

ESCAMAS.—Para la obtención del corintio, para la fabricación de perlas artificiales.

HUEVAS.—Para su preparación como alimento, en fresco o en conserva y para la obtención de cebos para la pesca (crabas).

GLANDULAS DIVERSAS.—Para la obtención de subproductos, entre ellos los farmacéuticos (insulina, por ejemplo).

Ya hemos indicado anteriormente que la causa de alteración del pescado es la autólisis o la putrefacción bacteriana. En el primer caso se trata de procesos químicos y en el segundo de una acción biológica, debida a la presencia de bacterias y a su consecuente acción química.

En cualquiera de ambos casos, se trata de fenómenos que pueden amortiguarse y aún detenerse por dos procedimientos principales: la reducción hasta límites determinados de la temperatura, y la deshidratación, tanto porque a bajas temperaturas y en medio falto de agua las reacciones químicas se amortiguan, como porque en esas circunstancias es imposible la vida bacteriana. El tercer procedimiento, como veremos más adelante, es la eliminación de las bacterias por la adición de antisépticos o por la esterilización térmica de las conservas.

Por ello, los procedimientos de conservación del pescado, en sus diversos aspectos, se encaminan o a bajar la temperatura en la que el pescado ha de con-

servarse, o a deshidratarlo, o a esterilizarlo.

LA CONSERVACION DEL PESCADO POR EL FRIO

Hemos visto que el pescado tiene en su composición de un 60 a un 80 por 100 de agua. Si esta se congela, se anula la acción bacteriana y se detienen los procesos autolíticos. Por lo tanto y teóricamente, bastaría poner el pescado a 0° para que se asegurase su conservación. Y así se hace para el pescado que ha de ser consumido en plazo inmediato, es decir, el que se conserva en las bodegas de la mayoría de los barcos, hasta que llegan a puerto, y mucho de él, durante su transporte por ferrocarril o automóviles, desde los puertos a las poblaciones del interior.

Ahora bien, el pescado conservado a 0° no queda en perfectas condiciones para su empleo a determinados fines, (los de su conservación ulterior por otros procedimientos por ejemplo), ni aún en muchos casos, para su inmediato consumo en la alimentación, por las razones siguientes.

El agua está contenida en el interior de las células, cuyas membranas están dotadas de una cierta elasticidad solamente. Es sabido que el agua al solidificarse lo hace cristalizando en el sistema exagonal, y dando origen a unos cristales de hielo de formas complicadísimas, llenos de agudas puntas. Los cristales de cualquier mineral, y los del agua en este caso, por una ley general, son tanto mayores cuanto más lentamente se producen y en el caso concreto del agua, tanto más pequeños cuanto más baja es la temperatura a que se produce la cristalización.

Si la congelación se verifica solamente a 0°, los cristales del hielo que se producen en el interior de las células son grandes, pero como además, el hielo tiene mayor volumen que el agua, no tendrán cabida suficiente en el interior de las membranas celulares, que al ser distendidas por los cristales de hielo se rasgarán por las puntas de los mismos. Mientras el pescado esté helado, no se observará modificación aparente alguna de su estructura, pero en cuanto el pescado se deshiele, rota la individualidad

celular, la carne será blanda y flácida, y los procesos de autólisis y contaminación se facilitarán extraordinariamente, al haberse aumentado la falta de estanqueidad a que anteriormente nos referíamos.

Si la congelación se hace a muy baja temperatura, los cristales de hielo tendrán menores dimensiones, puesto que se pasará muy rápidamente por las temperaturas a que se forman grandes. La distensión que ejercerán sobre las membranas celulares será mucho menor ya que el volumen del hielo a esas temperaturas será también menor que a 0°, y la elasticidad celular será suficiente para que sus cubiertas no se rompan. La estructura del pescado no se alterará y podrá ser consumido o utilizado en perfectas condiciones al descongelar, siempre que la congelación se verifique también con gran rapidez, a fin de pasar sin peligro la fase de los cristales y volúmenes grandes de los 0°.

Por ello, la tendencia actual es la de conservar el pescado no en hielo, sino congelado y a muy bajas temperaturas, que oscilan entre los 20 y los 40° bajo cero.

La congelación del pescado tiene además la ventaja, de que lo que se conserva es exclusivamente el pescado, sin el peso muerto del hielo, que por una parte supone un factor de alteración física de la pesca, por su propio peso, y por otro, una limitación de la capacidad de almacenamiento, ya que frecuentemente, para este tipo de conservación, es necesaria tanta cantidad de hielo como de pescado a conservar, lo que tiene gran importancia en un barco que sale a la mar a pescar, que debe transportar un peso muerto, desde el puerto a los lugares de pesca, equivalente a la mitad de su capacidad de carga y que sólo le permite almacenar la mitad del pescado que podría conservar por el procedimiento de la congelación.

La congelación del pescado no resuelve, de todas formas, el problema de la conservación perfecta del pescado, ya que en el curso de este proceso se observan algunas alteraciones subsidiarias, que si no afectan a su perdurabilidad, sí lo hacen a sus cualidades y calidad.

Así, es frecuente que se produzcan procesos de deshidratación, que llegan a re-

ducir el contenido de agua del pescado a un 40%. Se debe este fenómeno a que en las cámaras frigoríficas, la condensación del vapor de agua que se produce sobre los tubos refrigerantes o la corriente de aire frío y seco, desecan la atmósfera de la cámara, produciendo la subsiguiente salida de agua del pescado, que se congela de nuevo en aquellos tubos o es arrastrada. Se llega en ocasiones a la transformación del pescado congelado en una carne acortada y de mal sabor, inútil para el consumo en fresco o posterior transformación en conservas.

En muchas ocasiones, y sin que exista explicación del proceso, el pescado congelado pierde de forma extraordinaria su sabor.

Finalmente, y sin que este proceso sea exclusivo del pescado congelado, se produce un enranciamiento del mismo. Posiblemente se debe a la afloración de la grasa, que se escinde en sus componentes, ácidos grasos y glicerina, por un proceso enzimático, con la subsiguiente oxidación de los ácidos grasos que dan al pescado una coloración de amarillenta a rojiza, y el clásico sabor de pescado rancio.

La conservación en hielo se hace por la simple mezcla del pescado metido en cajas, con hielo lo más triturado posible, a fin de obtener una gran superficie de contacto y no producir efectos traumáticos, tanto mayores cuando más grandes y pesados sean los trozos de hielo.

En la actualidad, la conservación en hielo se complementa en ocasiones por la adición de determinadas cantidades de antisépticos.

La conservación por congelación se hace de dos formas principales, al estar o por dimensiones en líquidos congeladores.

En el primer caso, el pescado, después de seleccionado y ordenado por tamaños, entero si es congelado inmediatamente, mejor eviscerado y descabezado si se tarda en meterlo en las cámaras, desde que fué pescado, y tras el lavado consiguiente, es depositado en las cámaras frigoríficas, bien sobre batens cuando se trata de ejemplares grandes, bien en paquetes cuando son pequeños.

El enfriamiento se realiza por la descompresión de determinados compues-

tos químicos, previamente comprimidos. Los líquidos o gases empleados corrientemente son el amoníaco, el cloruro de metilo, el anhídrido sulfuroso, el anhídrido carbónico y las diversas modalidades del efreóns (freones 11, 12, 22 y 101). Los anhídridos carbónico y sulfuroso están hoy día en desuso, porque precisan de enormes presiones para ser licuados, cosa que no ocurre con los otros productos, líquidos a la presión ambiente.

En el proceso de congelación al aire, el enfriamiento puede producirse simplemente por la creación de un ambiente frío en la cámara, o por la modalidad de la refrigeración, es decir, haciendo pasar por la cámara, que en este caso es más bien un túnel, la corriente de aire frío. El procedimiento primero es más adecuado, pues en él no se producen los fenómenos de desecación a que anteriormente nos referíamos, o por lo menos son de mucha menor intensidad.

La congelación por inmersión consiste en la congelación del pescado por el contacto con un líquido frío, bien por su inmersión en el mismo, bien por ser colocado bajo un chorro o una aspersión del líquido correspondiente.

Los líquidos congeladores han de tener, como es consiguiente, un punto de congelación más bajo que la temperatura a que se verifique la congelación del pescado, y por ello se emplean principalmente las salmueras, bien de cloruro sódico, a veces de cloruro cálcico, es decir, mezclas frigoríficas. Entre los métodos empleados para este tipo de congelación están los de Dahl (hielo mezclado con sal común), Ottensen (que utiliza salmueras de concentraciones determinadas para que a la temperatura deseada se separen del líquido cristallitos diminutos de hielo —el musgo de hielos—, que recubre al pescado, lo que se obtiene con una concentración de 21,4 por 100 y a temperaturas de -20°C , aproximadamente), método muy bueno, porque, por otra parte, la penetración de la sal en el pescado es mínima; Rouart, el más simple de todos ellos y consistente en tanques horizontales por los que circula la salmuera en la que se introduce el pescado en cestillos hasta su congelación; Taylor (en los que la salmuera cae en cascada sobre los pescados, siendo bombeada posteriormente en un circuito permanente); etc., etcétera.

LA CONSERVACION DEL PESCADO POR DESHIDRATACION

Ya dijimos que la deshidratación tiene por objeto principal el hacer imposible la vida bacteriana, y por consiguiente los procesos de putrefacción del pescado.

La deshidratación puede obtenerse por diversos procedimientos, de los que los principales son la deshidratación en túnel, por paso de corriente de aire seco, la salazón y el ahumado.

Debe tenerse en cuenta que para determinados usos posteriores del pescado, sobre todo en la culinaria, en la que es precisa una nueva rehidratación, es necesario no llevar la deshidratación previa más que a un grado determinado, en el que sin inhibiendo la acción bacteriana, se conserve el poder de rehidratación, que se pierde cuando la deshidratación se ha llevado a grados determinados.

LA SALAZON DEL PESCADO

Es, sin duda, con el ahumado, el procedimiento más antiguo de conservación del pescado y se basa en la higroscopicidad de la sal, que en contacto con aquél y en un fenómeno osmótico retira agua de las células, al mismo tiempo que penetra en su interior.

La salazón puede verificarse de dos formas diferentes. Con sal sólida o en salmuera.

El primer procedimiento es el empleado principalmente a bordo de los barcos, aunque también se emplee en las factorías salazoneras.

El pescado, entero si se trata de ejemplares pequeños y de no mucha masa, y previamente desescamado, descabezado, eviscerado y abierto, si se trata de ejemplares grandes y de paredes del cuerpo gruesas, es apilado en las bodegas de los barcos o en las cámaras o tanques de salado de las factorías, en capas alternadas de pescados y sal, que se suele poner en proporción de uno a uno si los pescados son grasos, y de uno de pescado a 0,75 de sal, si son magros, como, por ejemplo, en el caso del bacalao.

La sal que se emplea suele ser de grano grueso, la llamada comúnmente sal gorda, pues la sal fina, que aparentemente parecería más indicada por facilitar una

mayor superficie de contacto, no es adecuada precisamente porque, por esa circunstancia, produce una deshidratación muy rápida y violenta de las capas superficiales del pescado, que hasta cierto punto se impermeabilizan y no permiten el paso de la sal a los estratos subsyacentes de los tejidos. Como es natural, a pesar de que se trate de sal sólida, la acción deshidratante se produce en una salmuera, originada inmediatamente después de que la sal se pone en contacto con el pescado y comienza a absorber el agua intracelular.

Pasado un tiempo determinado, que varía según la composición del pescado (tanto más largo cuanto más graso sea), y alcanzado el peso constante que indica que la deshidratación se ha llevado a cabo, el pescado es retirado de las calas o tanques y puesto a secar, antiguamente al aire, y en la actualidad en túneles con aire corriente seco, donde estos procesos se aceleran.

Como decimos, la duración del salado, hasta deshidratación, depende de manera muy directa del contenido graso del pescado. Esto se debe a que la grasa tiende a aflorar a la superficie del pescado, por su menor densidad, y frecuentemente escindida en sus componentes —ácidos grasos y glicerina—, por la acción de procesos encimáticos. La grasa o los ácidos grasos aflorados se oxidan, y aparte de que producen el consiguiente enrojecimiento y sabor a rancio, forman una película que impide el paso de la sal y la salida del agua, con lo que la deshidratación no llega a las capas profundas que, en esas circunstancias, pueden alterarse.

El segundo procedimiento de salazón, el de la salmuera, es utilizado parcialmente en los barcos y más frecuentemente en las fábricas salazoneras, consistiendo en la inmersión directa del pescado en una solución concentrada de sal común, que periódicamente ha de ser reconcentrada por la adición de nueva sal, para compensar la dilución que en ella produce la incorporación del agua salida de los tejidos del pescado.

La salazón del pescado en salmuera tiene la ventaja, sobre la que se realiza con sal sólida, de que los pescados, fuera del contacto del aire, son menos propicios a los fenómenos de enranciamiento, ya que la oxidación de las grasas o de los áci-

dos grasos sólo es posible cuando, terminada la salazón se procede al secado del pescado, y en este caso, ya deshidratado, o se retarda o ya no es posible.

EL AHUMADO DEL PESCADO

La deshidratación se verifica también por la acción del humo y de la corriente de aire seco por él provocada. El pescado es colocado en túneles o en chimeneas, por los que pasa el humo producido en hogares o calderas especiales. En el proceso del ahumado se consiguen dos objetivos: el de la deshidratación, que es por sí sola un procedimiento conservador, y el de la adición al pescado de determinadas sustancias, como la creosota, que, aparte de dar al pescado así conservado un sabor especial, supone también un cierto tipo de protección.

Las maderas que se utilizan para la producción del humo son muy diversas, dependiendo en parte del gusto de los consumidores a que vaya dirigido el pescado, ya que en el proceso del ahumado, además de la creosota, se incorporan al pescado determinadas sustancias olorosas típicas de cada madera.

Son éstas principalmente el roble, nogal, arce, caoba, aliso, haya, abedul, brezo, enebro y Fresno.

El ahumado puede verificarse, por otra parte, en frío o en caliente.

En el primer caso, el humo, seco y enfriado, pasa por el túnel de deshidratación. El ahumado es más lento, como es natural, pero tiene la ventaja de que el pescado no se cuece parcialmente, como ocurre con el ahumado en caliente, cuando el humo pasa directamente, sin enfriar, desde los hornos a las torres o túneles donde está el pescado.

Este, cuando es pequeño, se ahuma entero. Cuando es grande, es decapitado y eviscerado previamente. En ocasiones, antes de proceder al ahumado, se sala ligeramente. El pescado, después de ahumado es susceptible de otras preparaciones, como enlatados, por ejemplo, en caldos o líquidos conservadores diversos, y principalmente en aceite.

LA DESHIDRATACION EN TUNEL

Tiene por objeto, como las anteriores, extraer del pescado una cierta cantidad

de agua, para inhibir la acción bacteriana.

Como en el caso de las salazones, los pescados magros son mucho más fácilmente deshidratados por corriente de aire que los grasos.

Esta deshidratación puede verificarse o bien por paso de una corriente de aire seco, frío o caliente, por el túnel en que se encuentra colocado el pescado, o bien por vacío. El procedimiento más usualmente empleado es el primero, y suele seguir siempre a una fase previa de salazón, aunque sea ligera.

LA CONSERVACION DEL PESCADO EN ENVASES HERMETICOS Y ESTERILIZADOS

Si un pescado cualquiera, como otro producto animal o vegetal es encerrado en un envase de cierre hermético, con una preparación previa o sin ella, y sometido a un proceso de esterilización, el producto se conservará después por tiempo indefinido, sin experimentar alteración alguna. Estos procesos, que son, en suma, la base de la industria del enlatado de los productos marinos, tienen el fundamento siguiente:

Ya hemos dicho reiteradas veces que la vida bacteriana es imposible si el medio sobre el que están las bacterias carece de un grado determinado de humedad y de oxígeno. Bastaría por tanto encerrar un producto en un envase de cierre hermético, previa una deshidratación suficiente y de forma que en el interior del envase no quedase aire, para que se evitase la alteración posterior del pescado. Pero si además se suprime la flora bacteriana que pueda llevar consigo el producto enlatado, las posibilidades de descomposición se reducen mucho más y aun se anulan totalmente.

Esto no es sino la consecuencia inmediata de las investigaciones del gran biólogo francés Pasteur, descubridor de la no existencia de la generación espontánea y subsecuentemente de los procesos de esterilización. Pero es muy curioso hacer notar que sesenta y ocho años antes de que Pasteur hiciese sus extraordinarios descubrimientos, otro francés, Nicolas Appert, aún sin buscar la explicación científica de los fenómenos, había sentado las bases de la industria conser-

vera del enlatado estéril, al comprobar que los productos encerrados en envases herméticos y sometidos una vez cerrados a una cocción durante varias horas, permanecían indefinidamente sin alterarse. Cabe, pues, a estos dos insignes franceses, Appert y Pasteur, la gloria de ser los creadores de una industria que tanta importancia ha tenido y tiene en la vida de la humanidad.

Porque la industria de las conservas esterilizadas, que permiten que cualquier tipo de alimento, animal o vegetal sea conservado por tiempo indefinido sin alteración alguna, permitiendo su almacenamiento, transporte y utilización facilísima y la más amplia difusión de tales productos, tiene otras muchas ventajas, como la de que los productos así envasados, conservan sus sabores propios mucho mejor que cualquier otro tipo de conservas, o incluso lo mejoran, ya que suelen ser envasados, previa una preparación culinaria especial en cada caso, que les da sabores característicos, que en muchos casos han llegado a superar a los de los mismos productos conservados o empleados en fresco. Y así, las sardinillas, el atún o el bonito en aceite, tienen en el mundo casi más aceptación que los mismos peces consumidos en fresco, y lo mismo ocurre con no pocas conservas en escabeche, como el mismo bonito, o los mejillones, por ejemplo.

El envasado de los productos marinos, como los de cualquier otra procedencia, implica en primer lugar la adopción de los envases correspondientes. Estos son principalmente de hojalata, pero también se construyen de aluminio o de vidrio.

Los más corrientemente usados, los de hojalata como decíamos, son principalmente de dos tipos. Es sabido que es muy difícil eliminar por completo el plomo que acompaña al estaño, y que el plomo es un veneno acumulativo. Quienes tomen conservas de cuando en cuando no experimentan peligro alguno, pero en determinados países, como los Estados Unidos, por ejemplo, en los que se hace un extraordinario consumo de conservas enlatadas, se corre el peligro de experimentar las correspondientes intoxicaciones debidas a que el plomo de los envases se traslada a las conservas, sobre todo cuando están recubiertas de aceites, en los que el plomo es parcialmente soluble.

Por ello es preciso que la hojalata lleve la menor cantidad de plomo posible en su composición. A base de preparación de la hojalata sobre planchas laminadas en frío —que dan superficies mucho más lisas que las laminadas en caliente—, y de estaños electrolíticos, se ha conseguido reducir al máximo la cantidad de estaño necesaria para cubrir la plancha de hierro, y consecuentemente la cantidad de plomo. Pero siempre quedaba el problema de que en la construcción de las latas era necesaria una cierta cantidad de estaño para las soldaduras, que aportaba, por sí sola, más plomo que el del resto de la lata. Por ello, el primer tipo de latas, consistente en cajas formadas por tres piezas, los costadillos, con una soldadura y el fondo y la tapa de la lata, con otras dos soldaduras más, que aún sigue empleándose en muchas fábricas de conservas, va siendo sustituido por el segundo, que no lleva más estaño —ni más plomo por consiguiente—, que el de recubrimiento de la hojalata, ya que el envase tiene el fondo y los costados de una sola pieza, lo que se consigue embutiendo la hojalata por medio de poderosísimos troqueles y utilizando planchas especiales de gran elasticidad, y el cierre se obtiene por un procedimiento especial de rebordeo, cuyo hermetismo se asegura por una frisa de goma, aplastada en el proceso del cierre.

La preparación de una de estas conservas consiste, a grandes rasgos, en lo siguiente:

El producto a conservar es previamente lavado, descamado, decapitado y a veces eviscerado, no faltando ocasiones en que, en conservas especiales, se les separa incluso la columna vertebral y las espaldas y otros huesos, lo que se hace siempre que se trata de especies grandes.

Cuando se trata de ejemplares de gran tamaño, los escómbidos, por ejemplo, son tronchados, es decir, cortados en rajas, lo que se consigue en la actualidad por medio de máquinas especiales, a fin de obtener trozos perfectamente similares en grosor, en relación con el de las latas o envases en que hayan de conservarse.

En ocasiones se procede a un ligero salado previo, y en otras, directamente, se procede a la cocción, que puede realizarse bien en agua salada (atunes, bonitos,

etc.), bien al vapor (sardinas), bien en túnel de aire caliente solamente (las propias sardinas según algunas técnicas especiales como la empleada por Masó, por ejemplo). Esta cocción, imprescindible para la ulterior condimentación de la conserva y para su consumo, tiene la ventaja de deshidratarla parcialmente, con lo que se contribuye a su más difícil alteración.

Una vez cocido el producto es colocado en el interior de los envases, bien a mano en determinados casos, bien automáticamente por medio de máquinas especiales en otros, lo que tiene la ventaja de que las cantidades de producto que se envasan son siempre las mismas. Adaptada la conserva a la forma del envase, se procede a rellenar el resto del mismo con los líquidos de cobertura. Son éstos frecuentemente el aceite de oliva, el vinagre (escabeches), caldos obtenidos de la cocción del propio producto envasado, o salsas especiales preparadas con arreglo al arte culinario.

La conserva, una vez recubierta, es dejada un cierto tiempo para que la masa del producto envasado se impregne del líquido de cobertura, siendo como es lógico tanto más largo ese tiempo cuanto mayor el volumen del envase. Esta operación suele ser realizada también automáticamente, por lo menos en los envases de pequeña capacidad.

Terminada esta fase, las latas son cerradas, frecuentemente de forma automática, previo un relleno complementario del líquido de cobertura, a fin de que sea la tapadera de la lata la que expulse el sobrante, para que no quede cámara alguna de aire en el momento de cerrar.

Terminado el cierre, las latas son lle-

vadas a los autoclaves, en los que se procede a su esterilización.

Esta se verifica sometiendo a las latas a la temperatura de 105 a 115 grados, durante tiempos que varían desde una hora en adelante, en dependencia del volumen de los envases, a fin de que en los muy grandes, el calor llegue perfectamente al interior de los mismos. En ocasiones, en lugar de una esterilización de ese tipo, se procede a la pasteurización, es decir, que la esterilización se obtiene por sucesivos calentamientos y enfriamientos de la conserva, sin llegar a los 100° (teóricamente bastan unos 50° a 60°), aunque suele hacerse a 80° aproximadamente.

Lo normal es que todas las conservas envasadas sean esterilizadas por el calor, pero no siempre ocurre así. En determinadas de ellas, como los escabeches, preparados por una fritura previa del producto, que ya lo esteriliza parcialmente —el aceite de oliva hierve a los 117°—, la esterilización ulterior se consigue por la cobertura con vinagre, ya que el ácido acético es, por sí mismo, un antiséptico.

En otros casos, como en el de las anchoas en conserva —y por la no esterilización reciben el nombre de *semiconservas*—, el líquido de cobertura es el aceite y la conservación se consigue porque las anchoas han sido sometidas previamente a una intensa salazón en salmuera, que las ha dejado suficientemente deshidratadas para inhibir los procesos bacterianos, aparte de la acción antiséptica que posee la sal por su parte.

Finalmente, aunque la legislación española lo prohíbe, pueden prepararse conservas por la adición a las mismas, con los correspondientes líquidos de cobertura, de diferentes antisépticos.

CAPITULO XL

LOS SUBPRODUCTOS DE LA PESCA

Si bien la parte más importante de la pesca se dedica a la alimentación, no poca de ella se destina, y de día en día con mayor intensidad, a la obtención de una serie muy grande de productos derivados, de gran importancia y valor económico. Y esta parte de la pesca está integrada tanto por los desperdicios de aquella empleada en la alimentación como por determinadas especies que se capturan solamente a estos fines, de las que puede ser ejemplo el amenhadema, especie de clupeiforme muy abundante en aguas del Atlántico noroeste y que se pesca en enormes cantidades exclusivamente para la obtención de harinas y otros subproductos.

La importancia de la industria de los subproductos es extraordinaria, tanto desde el punto de vista económico como del de los elementos útiles al hombre que se obtienen de ella, como harinas, aceites, productos farmacéuticos, colas, gelatinas, pieles, etc., etc., y como decimos se va incrementando constantemente al aprovecharse para ella una serie de residuos que normalmente se tiraban.

Al hablar del valor alimenticio del pescado decíamos que solamente un 60 por 100 aproximado del peso del pescado era aprovechable desde el punto de vista de la alimentación, al no ser útiles para la misma ni las cabezas, ni los esqueletos, ni las vísceras, escamas, aletas, etc., etc.

Toda esa masa de pescado era y sigue siendo en gran parte, desaprovechada, puesto que en muchos países y entre ellos en el nuestro, el consumidor prefiere la adquisición del pescado entero, y no se acostumbra a su expedición en filetes, lo que tiene por consecuencia el que los desperdicios se dispersen, sin posibilidad de reunión, para destinarlos a la industria de subproductos, lo que no ocurriría si en los lugares de origen se procediese a la elaboración de los filetes y quedarán los desechos reunidos, prestos para ser destinados a las fábricas de derivados.

Y esta circunstancia tiene, además, otras consecuencias de importancia económica. Fijémonos, por ejemplo, en el caso de nuestro país. La pesca en el año 1967 fué, como señalamos en páginas anteriores, de unas 777.000 toneladas. El 40 por 100 de esa cantidad, equivalente a 309.800 toneladas, es desaprovechada en su mayor parte, puesto que es vendida con el resto del pescado y no aprovechada por los consumidores. Pero no paran ahí las consecuencias. El hecho de que la pesca se despache entera para el consumo en la alimentación, supone el transporte inútil de esas toneladas. Y suponiendo que los vagones de ferrocarril que la transportan tengan diez toneladas de capacidad de carga por unidad, ello supone el empleo al año de 30.000 vagones, más la consiguiente energía para remolcarlos, lo que equivale un gasto completamente evitable. Porque, por otra parte, al ser vendido el pescado entero, sin eliminar los desperdicios, el consumidor paga un precio mucho más elevado del que realmente cree pagar, puesto que sufraga como carne comestible el 40 por 100 del peso de lo que compra, lo que está muy cerca de duplicar el precio. Es decir, que por una parte se paga el pescado mucho más caro; por otra, se tiran los desperdicios sin utilidad alguna y por otra se consume no poca energía y se ocupan no menos elementos de transporte, sin beneficio alguno y, antes al contrario, con evidente perjuicio para la economía por lo que se pierde y por lo que se deja de ganar.

Como decimos, son muy variados los subproductos que pueden obtenerse del pescado. Entre los principales están los siguientes:

ACEITES.

Ya hemos visto que los aceites de pescado tienen dos procedencias principales. Los contenidos en el hígado y los procedentes de la masa muscular o de los pa-

nículos adiposos que tengan las especies, como reserva grasa de los individuos. Los procedimientos de obtención de unos y otros pueden ser diferentes, según el destino que se les dé.

Los aceites musculares, o de los pániculos adiposos suelen obtenerse por presión de la masa muscular, viscerales, etc., etc., previamente cocidas y trituradas.

La obtención de muchos subproductos son consecuencia de una manipulación seriada de los desperdicios del pescado. En ésta es frecuente que se comience por su trituración, a la que sigue una cocción y posteriormente una expresión, secado y subsiguiente molido del producto residual.

Cuando el producto triturado y cocido es sometido a presión en filtros prensa, el agua, o mejor dicho, el líquido extraído es centrifugado, obteniéndose de esta forma la mayor parte del aceite derivado de los desperdicios.

Ahora bien; no es ésta solamente la forma de obtener aceites de los pescados. En las fábricas de conservas, como, por ejemplo las destinadas a las de los atunes y otros escómbridos, aparte del aceite obtenido por presión de los desechos triturados, se obtienen otras variedades y calidades de aceites, entre las que están los siguientes: El que se obtiene por decantación de las calderas de cocción del pescado, que sobrenada en la superficie de la salmuera de cocción y que es concentrado posteriormente por centrifugación. El que se obtiene por fritura de los pániculos adiposos y otros órganos viscerales grasos y que se enrojece muchísimo por oxidación, que se denomina aceite de eñafas rojo. El que se obtiene de la misma procedencia, pero por destrucción espontánea de aquellos pániculos y viscerales, el aceite de eñafas blanco, que no suele oxidarse o por lo menos lo hace mucho menos. El que sobrenada en las pilas o tanques de salazón en salmuera, que es el más puro y de mejor calidad de todos los que se obtienen y que se recoge poco a poco, con espumaderas, en el curso del proceso de salazón.

Los aceites de pescado tienen multitud de aplicaciones, siendo utilizados, por ejemplo para la fabricación de pinturas, jabones, etc., etc. En su estado natural tienen la dificultad de ser extraordinariamente olorosos, sobre todo cuando se

enrancian, debido a las grandes proporciones de ácido eicopanodónico que contienen, en unión de otros ácidos grasos no saturados. Esta dificultad se evita por medio de la correspondiente hidrogenación, que de día en día se lleva a efecto con mayor intensidad y perfección, obteniéndose de esta forma, de los aceites de pescado, productos grasos de inestimable valor para multitud de aplicaciones.

Los aceites hepáticos, aunque destinados en muchos casos a similares fines que los musculares y viscerales, tienen particular importancia en la obtención de productos farmacéuticos, sobre todo por el gran contenido vitamínico que los caracteriza. La obtención de estos aceites se hace bien por cocción al vapor de los hígados triturados y posterior decantación y centrifugación de los líquidos de cocción, como por la acción de disolventes. Incluso es oportuno citar un procedimiento especial, el electrolítico de Rogers, para la obtención de los aceites hepáticos, fundamentado en la emulsión que de los aceites se obtiene cuando los hígados triturados son colocados en una cuba electrolítica, en unión de una salmuera de cloruro sódico en caliente.

Las principales especies de peces que se utilizan para la obtención de aceites son el emenhadena, la sardina, otros chupeidos, como el arenque, los atunes, bonitos, caballas, etc., en cuanto a los aceites musculares se refiere y el bacalao, el halibut, los escómbridos (principalmente el atún), determinados elasmobranchios (en los que el hígado es especialmente voluminoso y rico en aceites), etc., etc., en cuanto concierne a los aceites hepáticos.

Es curioso hacer notar, en cuanto a los aceites hepáticos, la presencia en los de algunos tiburones de grandes profundidades, de determinados hidrocarburos, como el escualeno y el eipinaceno, hecho verdaderamente notable.

EL EGUANO O ABONO DE PESCADO.

Durante mucho tiempo, mientras las industrias de los subproductos no alcanzó el desarrollo que tiene en la actualidad, la mayoría de los desperdicios del pescado, a veces sin tratamiento previo alguno, eran destinados a ser usados como abono para la agricultura. No puede negarse que en los desperdicios del pes-

cado hay una buena cantidad de nitrógeno y otra no pequeña de fósforo, contenida en el esqueleto. Pero no es menos cierto que su incorporación al suelo no es inmediata por no estar, el nitrógeno sobre todo, en forma de compuestos minerales y sobre todo, porque acompañando a esos elementos útiles iban otros completamente perjudiciales para la agricultura, la grasa, muy abundante en los desperdicios y que impermeabiliza los suelos, y el cloruro sódico que suele acompañarlos y que es completamente contraindicado en un abono.

Pese a ello, se siguen utilizando en no pocas regiones los desperdicios del pescado como abonos, si bien hay una tendencia a que, cuando es así, vayan suficientemente depurados de grasa y de sal.

LAS HARINAS DE PESCADO.

Son, con los aceites, uno de los subproductos de mayor importancia que se obtienen del pescado, estando destinados principalmente a la alimentación del ganado y de las aves. Su preparación es simultánea con la obtención de aceites. Los desechos del pescado son triturados, posteriormente cocidos y sometidos a la extracción del agua de cocción, que arrastra a la mayoría del aceite contenido y posteriormente desecados y molidos. El producto obtenido tiene un gran contenido en nitrógeno y fósforo, por lo que es extremadamente útil a la alimentación del ganado. Debe tenerse, sin embargo, la precaución de que su contenido graso no supere determinado porcentaje, que varía en dependencia de los animales que han de comerlo. En ocasiones conviene enriquecer las harinas en determinadas sales minerales, como el carbonato cálcico (en el caso de las aves de corral, por ejemplo), para lo que se le agregan determinadas cantidades de conchas de moluscos trituradas.

COLAS Y GELATINAS.

Las colas y gelatinas se obtienen por el tratamiento de los huesos, espinas, tejidos conjuntivos, pieles, etc., de los pescados, es decir, de aquellas partes en las que intervienen las colágenas en su composición, y los tratamientos que se emplean para obtener unas y otras difieren en que la transformación de la colágena se lleve a efecto más o menos profundamente.

Las gelatinas se obtienen por completa transformación de aquellas partes de los peces que contienen colágena en gelatina, lo que se consigue por cocción de las mismas en caliente, previa su trituración para facilitar la transformación al conseguirse una mayor superficie de ataque. Cuando el pescado ha sido previamente salado es imprescindible el correspondiente desalado. Obtenido el caldo de cocción, la gelatina sólida se obtiene por evaporación.

Cuando se quieren obtener gelatinas incoloras y transparentes, se agregan a los líquidos de cocción sustancias decolorantes, principalmente bisulfito sódico o ácido sulfuroso. Las fuentes de gelatina son principalmente las pieles, los desperdicios esqueléticos y las cabezas de pescados.

Estas gelatinas tienen muy diferentes aplicaciones, de las que las principales son, indudablemente, la preparación de las emulsiones fotográficas y las escuelas adhesivas empleadas en carpintería.

La ecota de pescados se obtiene principalmente de las vejigas natatorias de los peces, muy ricas en colágenas y casi sin otras sustancias de diferente constitución. Se obtienen por un tratamiento muy reducido de las mismas, de forma que en realidad su composición es más la propia colágena que la gelatina. Como consecuencia de ello, son mucho menos solubles en el agua que las gelatinas, y su capacidad de adsorción del agua es también mucho menor.

Las vejigas natatorias son sometidas a una limpieza lo más intensa posible, para eliminar sangre y otras sustancias distintas de la colágena, que pueden acompañarla, lo que se consigue por un primer y ligero lavado en agua caliente y posteriores en agua fría. Una vez limpias, son prensadas y secadas y, posteriormente, cortadas en tiras, que son las que se expenden en el mercado. Las colas de pescado, que no dejan de tener utilización como adhesivos, sobre todo porque sometidas a cocción se transforman también en gelatina y más pura que la procedente de otros desperdicios, tienen su principal utilidad como clarificadores, por ejemplo, en la industria del vino, suficientemente pulverizadas y mezcladas en los caldos en fermentación, de los que en

su caída hasta el fondo arrastran mecánicamente a todos los elementos en suspensión en los mismos.

Las PIELS Y LOS CUEROS.

Son utilizadas, finalmente, como subproductos de la pesca, las pieles de muchas especies, especialmente las de los elasmobranchios, que son curtidas por los

procedimientos habituales en esta industria.

Y no hablamos de las pieles de los pinípedos, ya que éstas, de las que anteriormente nos ocupamos, no son realmente subproductos, ya que la captura de estos animales se realiza exclusivamente para esos fines, y en estas especies son la carne y los aceites los que realmente constituyen los subproductos.

CAPITULO XLI

LOS VEGETALES MARINOS UTILES AL HOMBRE

Como vimos al tratar de la flora marina, los vegetales marinos están integrados por un escaso número de fanerógamas—principalmente *Zosteras* y *Posidonias*—, y por un gran número de algas.

En las líneas que siguen trataremos exclusivamente de aquellos vegetales que suponen una utilidad directa para el hombre, es decir, las que extrae del mar para que formen parte de su alimentación o constituyan la materia prima necesaria para alguna industria determinada. No se trata por lo tanto, de toda aquella ingente masa de algas microscópicas que constituyen el fitoplancton y que, aunque de forma indirecta, tienen capital utilidad para el hombre, como para el resto del mundo animal, ya que con los vegetales terrestres constituyen en uno u otro medio, el punto de partida de la alimentación del reino animal.

EL APROVECHAMIENTO DE LAS FANEROGAMAS MARINAS

No tienen utilidad alguna como alimento, reduciéndose su empleo a los abonos en la agricultura y a pocas cosas más.

El contenido de estos vegetales en elementos nitrogenados es muy bajo, por lo que su acción, al ser desmenuzadas a abonar los campos, es mayor por la labor mecánica de esponjar las tierras y hacerlas más higroscópicas, que por la incorporación de elementos nitrogenados que a ellas puedan producir. Es cierto que pueden aportar a los terrenos una cierta cantidad de potasa, interesante en determinados cultivos, como en las huertas, y en estas ocasiones son empleadas para ello pero no directamente, sino quemadas previamente, para utilizar sus cenizas.

Entre las otras utilidades que tienen estas plantas están las de la fabricación de un determinado tipo de ecrin vegetal. Sirven para esto *Zosteras* y *Posidonias*,

por sus largas hojas y fibras celulósicas igualmente largas. Con ellas se fabrican colchones, almohadas, embalajes para productos delicados como vidriería, loza, etc., pero teniendo la precaución de que no se trate nunca de plantas muertas recogidas en las playas, sino vivas y segadas especialmente a estos fines, a fin de eliminar sustancias y objetos extraños que puedan endurecerlas y que normalmente las acompañan cuando se trata de las que se recogen en las playas después de ser arrastradas a ellas por los oleajes y las corrientes.

Se han realizado pruebas de utilización de estas plantas en la fabricación de papel con buenos resultados, aunque no se haya pasado de aquellas pruebas.

Experiencias realizadas también, sobre su utilidad para la fabricación de la nitrocelulosa no han dado resultado, por nitrificarse mal la celulosa que forma sus fibras.

EL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS MARINAS

Así como por lo que hemos visto anteriormente es muy escasa la utilidad de las fanerógamas marinas, no ocurre lo mismo con las algas, que prestan al hombre muy numerosas fuentes de aprovechamiento y en muy diversas aplicaciones.

La composición química de las algas es extraordinariamente variable e inestable y no sólo en lo que se refiere a los diversos grupos de ellas existentes, sino dentro de cada grupo y aún de cada especie, que pueden tener una composición muy diferente en relación con su edad, la época del año, según estén vivas o se trate de algas (algas muertas arrancadas por la acción dinámica del mar y acumuladas en las playas), y en este caso, incluso en dependencia del tiempo transcurrido

do entre la muerte del alga y el momento de destinaria a la industrialización.

Esta última circunstancia se debe a una particularidad especial de las algas, que no se da en el reino animal y que consiste en que los líquidos o fluidos orgánicos intracelulares, que en los animales tienen una composición perfectamente similar a la del agua del mar, son en las algas muy diferentes. Si el agua de mar que rodea a un alga tiene por ejemplo 28 por 100 de sodio, 0,59 por 100 de potasio y cantidades imponderables de iodo, en los líquidos internos del alga aquellos elementos se encuentran en cantidades muy distintas, pues de sodio sólo hay un 18 por 100, mientras que el potasio pasa a estar en concentraciones que varían de un 5 a un 39 por 100 y el iodo de un 0,5 a un 2,00 por 100, circunstancia esta última, que convierte a las algas en buenas fuentes para la obtención del iodo y la potasa.

Pero esta capacidad electiva de las algas para los compuestos disueltos en el agua el mar desaparece en cuanto mueren, e inmediatamente, como las células están rodeadas de membranas semipermeables, se establecen fenómenos osmóticos que tienden a igualar la composición de los líquidos intracelulares con la del agua del mar, perdiéndose poco a poco aquella concentración y haciendo menos aprovechables a las algas, cuanto más tiempo pase desde su muerte.

Suelen contener las algas un 25 por 100 de agua por lo menos. Las sustancias minerales, expresadas como en el caso de los seres animales, bajo el epígrafe de cenizas, varían entre un 18 por 100 en otoño a un 35 por 100 en primavera. De este contenido en materias minerales, dos tercios aproximadamente son sustancias solubles y un tercio insolubles. Los principales cationes contenidos en las algas son K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} y trazas de Fe y Al. En cuanto a los aniones, éstos son SO_4 , PO_4 , I^- , Br^- y Co .

Las cenizas contienen hasta un 30 por 100 de KO y de un 1,5 a un 2,0 por 100 de iodo, que en primavera se reduce a 0,6 a 0,7 por 100, sobre una proporción de agua de 25 por 100. Cuando las sustancias minerales útiles han sido extraídas por tratamiento con CH_3 , en los líquidos tratados queda un residuo formado por sílice.

En cuanto a los componentes orgánicos, se encuentran principalmente los siguientes:

En las algas pardas, y entre los solubles; la laminarina, un polisacárido que por hidrólisis se transforma en glucosa y cuya concentración oscila entre indicios solamente en primavera, a un 20 por 100 en el otoño. La manita, un hexaalcohol idéntico al que se obtiene del maná o de la destilación electrolítica de la dextrosa. El contenido varía desde un 17 por 100 en el verano a un 3,0 por 100 en el invierno.

La ficoidina, un sulfato mixto de fucoas (amícar) y de un sulfato alcalino-térrico, cuya concentración oscila entre un 4,0 por 100 en primavera a un 8,0 por 100 en el verano.

Y, finalmente, una serie de compuestos nitrogenados, constituidos principalmente por proteínas y pigmentos solubles.

Entre los componentes insolubles están los siguientes:

El ácido algínico, uno de los más importantes componentes de estas algas a fines industriales, que es un polímero del ácido urónico, y cuya concentración varía entre un 30 por 100 en primavera a un 15 por 100 en el otoño.

La celulosa, cuya concentración oscila entre un 10 a un 30 por 100.

Y, finalmente, los compuestos nitrogenados insolubles, a los que pueden acompañar un 1,0 por 100 de ácidos grasos (palmitico, estearico, mirístico y oleico) y un residuo insaponificable constituido por esteroles.

En las algas rojas o rodofíceas no hay ácido algínico, siendo el componente principal la glicosa o parafina.

UTILIDAD DE LAS ALGAS EN LA ALIMENTACION

No tienen una gran difusión bajo este aspecto, o por lo menos en la generalidad de los países y no porque las haya venenosas o nocivas simplemente, sino debido a que su sabor no es agradable, por lo menos para los países occidentales, salvo determinadas regiones de E. E. U. U. e Irlanda, donde son utilizadas como alimento. En los países orientales, en cambio, tienen gran importancia bajo este aspecto y sobre todo en el Japón, China,

Corea, Islas Filipinas y Hawai, sobre todo en estas últimas, donde a fines de la alimentación son utilizadas más de setenta especies de algas.

En el Japón, cuyas posibilidades agrícolas en relación con su densísima población no bastan para proporcionar alimento suficiente, las necesidades de aprovechar las algas son tan grandes, que siendo insuficientes a estos fines las que espontáneamente se producen, han establecido de forma racional los correspondientes cultivos, en muy diversos lugares de sus dilatadas costas.

Como es natural y a fines de la alimentación humana, las algas no pueden ser utilizadas directamente, siendo preciso someterlas a un proceso de desmineralización, que comienza por un secado y subsecuente cocción para eliminar las sales solubles que contienen.

Son pocas las clorofíceas que se emplean como alimento del hombre; las feofíceas son algunas más, pero las más numerosas que se utilizan a estos fines son las algas rojas o rodofíceas, debido a su contenido en gelosa, paralina o galactana, que aquellos pueblos estiman en alto grado. Los famosos nidos de *sgolondrinas* (en realidad se trata de otra especie de ave, la *esalangana*), tan estimados por los países orientales, están constituidos por gelosa, que aquellas aves obtienen de las algas rojas de que se alimentan. Esta gelosa no es ni más ni menos, convenientemente tratada que el famoso agar-agar, empleado para la fabricación de caldos de cultivo en bacteriología, para la de helados, en la obtención de espesadores, aprestos para tejidos, coque para la fabricación de papel, etc., etc. Su valor como alimento no es muy considerable, radicando su principal utilidad en aquellos países que no disfrutan de una abundante alimentación, en que como complemento de la dieta, se tenga la sensación, también necesaria, de repleción del estómago, ya que aumenta extraordinariamente el volumen de los alimentos a que acompaña.

Aparte del agar-agar se obtiene de otras algas rojas el carragabén, menos gelificable y que se emplea en usos culinarios, incluso como sustituto del aceite, —convientemente emulsionado—, en determinadas comidas, aunque este uso se haga, como es natural, en países nórdicos

menos acostumbrados que los mediterráneos al aceite de oliva, cuya bondad, gusto y olor, son completamente insustituibles para sus pobladores.

En los países europeos, como decimos, las algas son poco empleadas en la alimentación humana. Las que se recojen a esos fines son principalmente el *Chondrus crispus* (fig. 112), *Rhodomenia palmata* (fig. 116), *Gelidium corneum* (fig. 108) *Porphyria laciniata* (fig. 115), *Fucus vesiculosus* y *Laminaria digitata*. También es utilizada *Ulva latissima* (fig. 123), como *Laurentia pennatifida*, de marcado sabor a especias, *Alaria sculem* (una de las pocas que se come cruda), *Iridaea edulis*, *Chondrus mammillatus* y pocas más.

En los EE. UU. de América, *Rhodomenia palmata*, deshidratada y seca es consumida en la alimentación bajo el nombre de *scoles de mar*. Trozos de los talos de *Neoreocystis luetkeana*, convenientemente preparados en melaza de azúcar, son presentados al comercio como sustitutivos del limón en confitura.

En el Extremo Oriente y principalmente en Japón, China y Hawai, la preferencia en las algas se contrae también principalmente a las rodofíceas, siendo principalmente *Porphyria laciniata*, *Glutopeltis farcata* y *Gelidium corneum* las empleadas y por tanto las cultivadas. Esto no quiere decir que no sean también empleadas otras en la alimentación, estando entre ellas diversas *Laminarias*, *Arthrothamnus* y *Alarias*, conocidas allí con el nombre de *kombe*, que se prepara cocinando a las algas con la adición de un colorante, desecándolas después parcialmente y prensándolas a continuación, para su expedición al comercio.

EL VALOR ALIMENTICIO DE LAS ALGAS

Es una cuestión muy debatida y no muy bien dilucidada, existiendo muy diversas opiniones al respecto. En cuanto a los componentes nitrogenados, las opiniones difieren ya desde un principio en cuanto a si el nitrógeno se encuentra en forma de compuestos proteicos o no y en si en suficiente cantidad para tener valor alimenticio, aunque parece existir unanimidad en aceptar que, aunque no todo él esté en esa forma, los compuestos proteicos

de las algas son suficientes para poder calificarlas como de buenos alimentos.

Los hidratos de carbono son abundantes y a veces muy complejos, siendo los principales la laminarina, la manita (que a veces se presenta no hidrolizada, bajo la forma de manana), la dextrosa, la galactana, parabina o gelosa, la pentosana y la levulana.

En cuanto a las grasas, ya hemos dicho anteriormente que existe hasta un 1,5 por 100 (sobre materia seca).

La composición media de las algas, sobre un análisis de diversas especies (*Microcystis*, *Nereocystis*, *Polysiphonia*, *Egria*, *Laminaria* e *Iridaria*), realizado por Hoagland, es la siguiente:

Sales minerales	39,67 %
Materia orgánica total	60,29 %
Nitrógeno proteico (N por 6,25)	12,20 %
Grasas	0,57 %
Hidratos de carbono	7,99 %
Pentosanas	7,50 %
Materias solubles en el agua y precipitables por el alcohol	6,25 %
Algas	15,82 %

En cuanto a la digestibilidad de los componentes de las algas, el agar-agar y el carraghen, principales entre los interesantes como alimenticios, no parecen ser tan digestibles como se estimaba, debido a los sacáridos que contienen. Y en cuanto a las proteínas, poco se sabe.

Parece ser, sin embargo, que en cuanto concierne a determinados componentes de las algas, la digestibilidad es un fenómeno de acomodación. Y la impresión de poca digestibilidad se debe a que los que así lo estiman, se basan en experiencias realizadas sobre personas no acomodadas a este tipo de alimentación.

Las experiencias hechas sobre animales, y principalmente sobre caballos, demuestran que si al principio las algas no son bien digeridas, tras un cierto plazo de acomodación, evaluable en unos 12 días, y por de la aparición en el tubo digestivo de una flora bacteriana adecuada a este tipo de alimento, las algas se hacen perfectamente digeribles. Es muy posible que en el hombre pudiera ocurrir lo mismo, aunque la mayor facilidad de acomodación de los caballos, como de otros animales, pueda deberse a que se trata de seres naturalmente herbívoros,

más fácilmente acomodables a la digestión de estos alimentos.

Por esa circunstancia, la alimentación del ganado a base de algas tiene mucha más virtualidad que en el hombre.

En la naturaleza ya existen y sobre todo en los países nórdicos, especies que espontáneamente se alimentan de algas. Y no sólo en los países nórdicos, sino en otros muchos más meridionales. Nosotros hemos presenciado como los dromedarios, en la costa de nuestras provincias saharianas, comen —y hasta parecía que con fruición—, las algas que en marea baja quedaban al descubierto en la bahía de Villa Cisneros.

Las experiencias llevadas a cabo sobre la utilidad de las algas en la alimentación de los caballos, realizadas en Francia como consecuencia de la guerra de 1914-1918, dieron excelentes resultados, llegándose a la conclusión de que se conseguía por lo menos un considerable aumento de peso, si bien se trataba de un pienso carente e vitaminas, que conducía a la larga, a la aparición de enfermedades por carencia si no se agregaban los elementos complementarios necesarios. En la actualidad, las algas son empleadas con éxito en la alimentación del ganado, en la fabricación de piensos mixtos.

UTILIDAD DE LAS ALGAS EN LA AGRICULTURA

En las regiones costeras, las algas han sido empleadas por el hombre desde muy antiguo como abonos en la agricultura, y principalmente las especies de *Fucus*. Se trata en realidad más que de un abono, de un mejorador de las condiciones físicas del suelo, especialmente para los terrenos arenosos, a los que dada la higroscopicidad de las algas se les dota de una mayor capacidad de retención de la humedad, si bien estos efectos no son muy duraderos y hay que proceder constantemente a la nueva adición de algas al suelo para mantenerlos.

Esto no quiere decir que las algas no incorporen también al suelo elementos minerales útiles para el mismo, pero a efectos del abonado prestan mejor servicio, como en el caso de la alimentación, como un abono mixto, mezcladas con estiércol.

Su destino a estos fines se hace en muy diversas formas. Bien directamente, es decir, las algas frescas recién recogidas, bien sometidas a una fermentación previa, bien mezcladas con tierra y estiércol, bien convenientemente adicionadas de superfosfatos.

El contenido en nitrógeno, de 0,5 por 100, por término medio, es perfectamente similar al del estiércol. Tienen doble contenido que aquél en fósforo (1 por 100), y también mayor en ácido fosfórico, ya que éste está en proporción en los Fucus de 0,1 por 100.

UTILIDAD DE LAS ALGAS MARINAS A FINES INDUSTRIALES

De las algas pueden extraerse muy diversos productos de interés industrial, como diversas sales de iodo y potasio, bromo, amonio, saceite de algas, creosota, carbón activo, resinas, acetato cálcico, éter etílico, varios ácidos orgánicos como el acético y el alginico, alcohol, celulosa, sacáridos, etc., pero principalmente las sales de potasio, el iodo, el agar-agar y los alginatos.

Aparte de esto, las algas se utilizan en la fabricación del papel, de la celulosa, de pólvoras, en farmacia, en la fabricación de plásticos, en las hilaturas, cerámica, revestimientos elásticos de los cilindros de las rotativas, como soportes coloidales para la fabricación de insecticidas, en la elaboración de pinturas, en la impregnación de maderas, en cordelería, en la fabricación de aprestos de tejidos, en el glaseado de hilos, en la obtención de colas, para la desincrustación de calderas, como impermeabilizante de cementos, etc., etc.

Como se ve, son múltiples las aplicaciones de las algas que en la actualidad se hacen y que han venido a compensar la baja experimentada en su empleo como fuente primordial del iodo, producida por la obtención de éste como subproducto de procesos industriales de elementos minerales.

La obtención del agar-agar es, sin duda, una de las aplicaciones industriales de las algas que mayor importancia ha adquirido en la actualidad.

Esta industria ejercida tradicionalmente por los japoneses hasta el comienzo de

la pasada guerra mundial, se extendió al resto del mundo como consecuencia de la misma, y cabe a nuestro país la satisfacción de ser en la actualidad uno de los mayores productores del mundo en este producto, que se obtiene de calidad excelente y que se ha transformado en una de las materias de exportación más interesantes de nuestra economía.

Existen en las algas rojas, las que contienen agar-agar, dos tipos de gelosas diferentes, el agar-agar y los agaroides, que son menos gelificables que los primeros. Las especies principales a efectos de obtención en agar-agar son las del género Gelidium.

El proceso de obtención del agar-agar es realmente sencillo, aunque no deje de presentar dificultades, que se refieren principalmente a la dificultad de obtener un rendimiento uniforme, debido a las diferencias existentes en la materia prima, por la diferente composición de ésta, si se trata de algas cortadas vivas, o argasos, por la época de la recolección y tiempo transcurrido entre ésta y la industrialización, etc., etc.

El proceso de obtención del agar-agar, en síntesis, consiste en una decoloración previa, que se obtiene por la acción conjunta de un lavado con agua dulce (la ficoeritrina es soluble en el agua dulce) y de la acción de la luz solar; subsiguiente cocción en agua también dulce, para obtener una gelatina, que se concentra primero por ebullición y después se solidifica por congelación, ya que el agua expulsada del gel, cuando éste se congela no es absorbida de nuevo. Obtenido un cierto grado de deshidratación por este procedimiento, las últimas fases de extracción del agua se hacen por desecación.

Las aplicaciones del agar-agar son muy diversas. Aparte de la tradicional, la formación de caldos de cultivo para bacteriología, interviene como elemento alimenticio importante en los países del Extremo Oriente, en la fabricación de helados, pasteles, etc., como elemento accesorio en determinadas conservas de pescado, en la fabricación de aprestos y en la clarificación de líquidos.

Sigue en importancia al agar-agar el ácido alginico y sus derivados, que se obtienen principalmente de determinadas algas pardas. La algina o alginato sódico,

fue descubierta en 1885 por Stanford. Es una sustancia perfectamente comprensible en estado húmedo, que se presta a tallados y otros trabajos cuando está seca, con una gran viscosidad (unas 14 veces mayor que la del engrudo de almidón y 36 más que la de la goma arábiga) y que constituye por ello un excelente apresto para la industria textil y papelería.

Es además un buen mordiente para la tinción de tejidos de lana y algodón. Presta muy buenos servicios como desincrustante de calderas y es utilizada con éxito como aglutinante en la construcción de briquetas de carbón. Se obtienen con ella excelentes barnices y aislantes eléctricos. Por otra parte, la alginosa, un subproducto de la obtención de la algina, tiene utilidad en la preparación de papeles.

La obtención de la algina, iniciada en tiempos de la primera guerra mundial en los EE. UU. se hizo sobre el tratamiento de *Laminarias* principalmente. Las algas eran colocadas previamente en grandes cubas de fermentación, para conseguir la liquefacción consiguiente, obteniéndose un líquido muy rico en acetato cálcico. Este líquido era convenientemente tratado para la obtención de cloruro potásico, éter etílico, ácidos acético, propiónico, butírico, valerianico, etc. y yodo, quedando entonces unas aguas madres residuales con algina, pero en pequeñas cantidades, debido a que se destruía en los procesos iniciales de fermentación.

En la actualidad los procedimientos se han mejorado para evitar esa destrucción inicial de la algina.

Se encuentra ésta en las algas, en la forma de ácido alginico libre, insoluble en el agua y en la de alginatos, solubles unos e insolubles otros.

El primer método de obtención consiste en la lixiviación de las algas frescas por la adición de soluciones débiles de ácidos fuertes, como el sulfúrico, con lo que se obtiene una serie de sulfatos metálicos solubles y ácido alginico insoluble.

El segundo procedimiento consistió en un secado previo de las algas hasta dejarlas con un 25 por 100 de contenido en agua, un lavado a continuación, para desmineralizarlas —que no da lugar a la pérdida de los alginatos solubles, pues aunque lo sean, lo son en pequeño grado—,

y un tratamiento inmediato por carbonato sódico, que da origen a la formación de alginatos sódicos solubles que se precipitan por la adición de un ácido fuerte, en la forma de ácido alginico libre, insoluble, y los correspondientes carbonatos. Posteriormente se procede a la purificación del ácido alginico, para eliminar principalmente el yodo, que se encuentra en concentraciones bastante altas.

El ácido alginico tiene poca importancia en la alimentación, donde es solamente empleado como espesante, lo mismo que en farmacia, donde se utiliza, por ejemplo para la formación de alginatos de hierro asimilable, destinado a la curación de procesos anémicos.

Tiene importancia en la industria de fabricación de plásticos, ya que es fácilmente acetilable y nitrable, dando origen a productos muy similares al acetato de celulosa. Se emplea para la fabricación del crayón y en complejos, con caucho o goma leca.

Las algas fueron utilizadas antiguamente, como hemos dicho, como fuente principal en la obtención del yodo y del potasio, si bien la obtención de estos elementos en el curso de industrias de productos minerales, principalmente de los chilenos, ha hecho decaer de manera extraordinaria esta industria que, de todas formas, se sigue llevando a cabo en no pocos lugares del mundo, aunque con carácter puramente local.

El procedimiento antiguo, calificado por Besnard como de completamente arracionales, se llevaba a cabo en los llamados hornos de piedras a cielo abierto; Las especies empleadas eran principalmente *Fucus*, a los que se secaba previamente, hasta un contenido en agua de 25 por 100, incinerándolos posteriormente en los hornos, con la precaución de mantener en ellos una temperatura suficiente para que las cenizas estuviesen permanentemente en fusión.

Apagado el horno y obtenidos panes de la ceniza fundida, éstos eran lixiviados, con lo que se eliminaban los cloruros y sulfatos alcalinos por cristalización posterior, quedando como residuos unas aguas madres ricas en yoduros y bromuros, mucho más solubles, aunque conteniendo impurezas de sulfuros, sulfitos e hiposulfitos, que se eliminaban por tratamiento de las aguas madres por ácido

gulfúrico, a temperatura de ebullición. Seguí una dilución de las aguas residuales y un tratamiento por corriente de cloro, precipitándose el iodo, que era purificado posteriormente por sublimación, quedando en las aguas madres los bromuros.

Modernamente, el procedimiento se ha mejorado por la construcción de los hornos de Thiercelin, que son cerrados y evitan muchas pérdidas, permitiendo, por otra parte, la incineración de las algas frescas.

El procedimiento más rentable para la obtención del iodo parece ser, de todas formas, el llamado de destilación continua y automática ideado por los Stanford, y en el que, a partir de 100 toneladas de algas, resultan 3 de cloruro cálcico, 9 kilos de iodo, 540 de carbón activo, y uno más de alquitrán, del que por destilación fraccionada se obtienen aceites ligeros, pesados y resinas, desprendiéndose por otra parte, en el curso de la destilación, unas dos a tres toneladas de gas.

QUINTA PARTE

LEGISLACION Y ORGANIZACION SOCIAL, TECNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA PESCA

CAPITULO XLII

RAZONES Y FUNDAMENTOS DE LA LEGISLACION REFERENTE A LA PESCA

Como ya expusimos en capítulos anteriores, el desarrollo extraordinario alcanzado por la pesca ha dado lugar a la necesidad de la creación de una serie de organismos rectores, asesores y legisladores de la misma, que han alcanzado también no menor complejidad, por ser muy diversos los aspectos con los que esta actividad está relacionada.

La necesidad de fomentar la pesca, por un lado, a fines de aumentar la cantidad de alimentos y productos útiles para el hombre extraíbles del mar, y, por otro, la de regular dichas extracciones, para no reducir su capacidad de producción, han sido una de las causas que han obligado a la creación de aquellos organismos legisladores y asesores, que promulgan las leyes, previas las investigaciones pertinentes. Pero, además, como también vimos en capítulos anteriores, la pesca ocupa las actividades directas de un nutridísimo porcentaje de la población humana (casi el 1 por 100 de la misma en nuestro país), que precisa también de una organización especial.

Toda esa organización compleja, la legislativa referente al fomento y protección de la pesca, la de los organismos científicos y técnicos, la que se refiere a las cuestiones culturales e incluso la concerniente a los denominados problemas so-

ciales, no son sino consecuencia de los biológicos que la pesca implica.

Ya hemos expuesto en reiteradas ocasiones que la vida en el mar está regulada por una permanente acción de competencia entre las diversas poblaciones de seres que lo habitan, y que el equilibrio entre unas y otras depende de la capacidad de reproducción (índices de natalidad, por ejemplo) y de pervivencia (coeficientes de mortalidad natural, posibilidades de alimentación, etc.) frente a las tasas de mortalidad (natural o provocada), deficiencias de alimentación, etc., etc., en una relación de seres predadores y depredados, en la que cuando los primeros son muy abundantes, producen un decrecimiento inmediato de los segundos, cuyo decrecimiento significa, a corto plazo, el descenso consiguiente de los predadores, que mueren por falta de alimento, bajando su número de tal forma, que permite, por falta de competencia, la regeneración de los depredados, para iniciarse de nuevo el ciclo, al restablecerse las condiciones originarias.

Ahora bien, estas relaciones de interdependencia que se dan espontáneamente en la naturaleza, han sido profundamente alteradas cuando a los miembros integrantes de la ecuación de equilibrio natural se le ha agregado un nuevo factor

completamente extraño, el de la pesca, que interviene como un elemento predator más, y de extraordinaria importancia, tanto por el enorme volumen de mortalidad que produce, y no sólo en las especies útiles, sino en muchas otras que intervienen en el equilibrio biológico marino, como por actuar de modo muy violento sobre las cualidades del medio ambiente (acción destructora de los artes de arrastre, por ejemplo), y, además, porque la pesca constituye un elemento predator por completo indiferente a las fluctuaciones numéricas del elemento depredado, ya que si en el caso de las poblaciones marinas las predatoras sucumben espontáneamente cuando les falta el alimento y su número desciende hasta el restablecimiento de la situación de equilibrio, no ocurre lo mismo con los elementos pesqueros empleados por el hombre, que mantienen invariable su potencia extractiva, cuando no la aumentan, para compensar las capturas decrecientes, pudiendo llegar en una ruptura ininterumpida de la ecuación de equilibrio, al agotamiento total de la especie o población capturable.

Quisé, o muy probablemente, la circunstancia de que se ha llegado a esa situación en algún caso, fué lo que llevó al convencimiento de que no se podía pescar sin tallas y de que había que someter a la pesca a una serie de limitaciones que la naturaleza era impotente para imponer por sí misma, más que en los casos extremos en los que la total desaparición de una especie hacía inútil la existencia de los elementos pesqueros destinados a su captura.

Los elementos que intervienen en la pesca, a efectos de su regulación y sobre los que ha de recaer la legislación pertinente, son, en resumen, los siguientes: la especie objeto de pesca, el medio ambiente en que vive, las otras especies, útiles o no, que le hacen la competencia, los elementos de captura (aparejos, artes, barcos de pesca, etc.), y, finalmente, el hombre que los utiliza.

Y la legislación pesquera se refiere a todos ellos, si bien la intervención legal es mínima sobre las poblaciones naturales que compiten con la que es objeto de pesca, ya que el hombre suele legislar sobre la base de que el equilibrio natural se mantiene si la pesca no actúa para

modificarlo, aunque, pese a ello, no faltan disposiciones que fomentan la eliminación de determinadas especies, notoriamente perjudiciales para la pesca, como es el caso de algunos celáceos y escaualos, cuya destrucción no sólo se autoriza, sino que incluso se recomienda, ya que no sólo no tienen utilidad inmediata para el hombre, sino que suponen un perjuicio para las especies utilizables, por el gran consumo que de ellas hacen, en evidente competencia y detrimento de la riqueza pesquera útil, extraíble del mar.

Pasando una somera revista a los diferentes elementos citados como integrantes del equilibrio marino, surgen inmediatamente y por razones biológicas, las principales necesidades y modalidades de la legislación referentes a la pesca.

LAS ESPECIES OBJETO DE CAPTURA

El ciclo vital de toda especie implica, como es sabido, una serie de fases que podemos considerar desde el momento de la puesta, es decir: aparición de los adultos reproductores en el área de fresa, emisión de los productos sexuales, fecundación, aparición de las larvas, desarrollo larvario, aparición de los alevines, fase de crecimiento, proceso de maduración sexual y nueva puesta, procesos que, como hemos visto anteriormente, pueden implicar la existencia de una serie de migraciones tróficas y genéticas.

Existe un principio generalmente admitido en la biología pesquera, el de que, a fin de que la capacidad de regeneración de las poblaciones no decrezca, no puede autorizarse la captura de ningún individuo que no se haya reproducido por lo menos una vez.

La edad a la que una especie determinada adquiere su primera madurez sexual, es siempre la misma, con pequeñas fluctuaciones, dependientes principalmente de los factores geográficos y climáticos. Y la talla a que se adquiere la madurez sexual, como la edad correspondiente, es también siempre la misma, con igual posibilidad de pequeñas fluctuaciones.

Como no es posible seleccionar por la determinación previa de sus edades, a los peces que han de pescarse, la selec-

ción se hace por sus tallas, más fácilmente discriminables, surgiendo inmediatamente una de las más importantes leyes pesqueras, la de la regulación de las dimensiones mínimas que deben tener los ejemplares para que su pesca sea autorizada, ley que es general, con diversas, aunque pequeñas variaciones, para todos los países del mundo, y que por acuerdos internacionales se tiende a uniformar, para cada especie.

Ahora bien, como el pescador no sabe, cuando lanza su red al agua, las dimensiones que pueden tener los ejemplares que se encuentren en ella y como frecuentemente, una vez capturados por la red, suelen morir es preciso arbitrar medios para que los aparejos o artes sean selectivos y no capturen más que a los ejemplares que sobrepasen las tallas establecidas como mínimas legales. Aparece entonces la segunda ley pesquera de importancia, la que regula las dimensiones que han de tener las mallas de las redes, por ejemplo, los anillos de los aparejos o los diversos elementos activos de los restantes procedimientos de pesca, prohibiéndose, por ejemplo, el empleo de redes cuyas mallas no permitan el paso libre a su través, de los ejemplares de tallas inferiores a la mínima legal.

Como es natural, aunque se dan casos de existencia de artes o procedimientos de pesca destinados a la captura de una sola especie, en cuyo caso la regulación de las dimensiones de las mallas no ofrece dificultad, es frecuente que no ocurra así y que una red actúe simultáneamente sobre diferentes especies, como ocurre, por ejemplo, con las redes de arrastre, siendo imposible entonces regular las dimensiones de las mallas para que vayan de acuerdo con las tallas mínimas legales correspondientes a todas las especies que pueden capturar.

En estos casos, la regulación se hace con referencia a la especie de mayor importancia económica, bien por ser la más abundante en los fondos, bien porque, aunque, aunque no lo sea, su valor económico y su calidad compensen su menor abundancia.

Este es el caso de las redes de arrastre empleadas en los bancos pesqueros internacionales, en los que, para los del Mar del Norte la especie reguladora ha sido la merluza, y para los de Terranova y Groenlandia, el bacalao.

Asegurada de esta forma la imposibilidad, al menos teórica, de que ninguna especie pueda ser capturada antes de haberse reproducido por lo menos una vez, aparece inmediatamente otro problema: el de que las especies marinas no suelen morir después de haber realizado su primera puesta, continuando su vida para reproducirse de nuevo en sucesivos ciclos sexuales, frecuentemente anuales. Es preciso, por tanto, asegurar a las especies la posibilidad de realizar esas sucesivas puestas. E inmediatamente aparece otra nueva necesidad legal reguladora, que se manifiesta por la promulgación de las vedas, es decir, por la prohibición de la pesca en determinadas fechas que coinciden con las épocas de reproducción.

Estas vedas pueden hacerse efectivas de muy diversas formas: bien prohibiéndose con carácter de generalidad la captura de una especie entre determinadas fechas; bien limitando la prohibición a las zonas en que se realiza la puesta, cuando son conocidas; bien vedando las zonas marinas, previamente compartimentadas, por ciclos anuales y en turno rotatorio, en un especie de sbarbechos, similares a los empleados en la agricultura.

Las disposiciones fundamentales de carácter legal a que hemos hecho alusión y encaminadas a asegurar la reproducción de las especies, pueden ser de todas formas insuficientes para garantizar la perdurabilidad de sus poblaciones, porque, por ejemplo y pese a ellas, la especie de que se trate y por causas ajenas a la intervención del hombre en el equilibrio biológico, descienda en su capacidad de regeneración natural.

Es preciso entonces, y como complemento de la limitación de las pescas por tallas mínimas y por vedas en la época de la reproducción, acudir a otro tipo de restricción, a la de las capturas autorizables para que pueda mantenerse, o incrementarse si es posible, la capacidad de recuperación de las poblaciones.

Previos los estudios correspondientes, siempre complicados, sobre la capacidad de recuperación actuales de una población, los organismos competentes prevén para los años sucesivos las máximas capturas autorizables para que se mantenga o aumente, si es preciso la capacidad de regeneración de los bancos. Ya hemos citado en páginas anteriores casos con-

cretos en este aspecto, como son, por ejemplo, los de los arenques, ballenas y focas, cuyas extracciones posibles se limitan de un año para otro al número de toneladas o ejemplares que se estiman convenientes para asegurar la perdurabilidad en la productividad o rentabilidad de las correspondientes poblaciones.

EL MEDIO AMBIENTE EN EL QUE VIVEN LAS ESPECIES

Si bien es cierto que es muy raro que el hombre pueda intervenir en la regulación de las condiciones del medio ambiente en que viven las especies marinas, —ello es solo posible en zonas costeras o litorales de muy pequeña extensión, donde es viable la instalación de los cultivos artificiales—, no es menos cierto que sí puede intervenir en el sentido de mantener lo más intangibles posible aquellas condiciones, en determinadas áreas de particular importancia.

A hablar de la distribución de la vida en el mar, digamos que era particularmente intensa en las regiones litoral y costera, sobre los fondos de la plataforma continental. Y también, que era muy frecuente que las fases reproductoras de multitud de especies y por lo menos de las de importancia pesquera, se realizaran sobre esos fondos, que constituyen por consiguiente el vivero o reservorio de parte muy importante de la riqueza pesquera, que es posteriormente irradiada a mayores profundidades y distancias de la costa.

Es evidente, por consiguiente, la conveniencia, ya que no la necesidad, de proteger esas zonas marinas contra la actividad pesquera no selectiva. Y como en los casos anteriores, ante esta necesidad biológica y como complemento de la protección a la reproducción de las especies, nace otra medida legal de protección y fomento de las especies: la prohibición de determinados procedimientos de pesca, —la de arrastre concretamente—, en la mayor parte posible de la plataforma continental.

Y se limita solamente la pesca en una parte de la plataforma continental por varias razones: en primer lugar, porque no es necesario hacerlo en toda ella si ya existe una regulación de tallas mínimas y dimensiones de mallas en los ar-

tes. Además, porque sólo en las zonas muy próximas a la costa suelen tener lugar las fases reproductoras de las especies y por otra parte, porque los diferentes países sólo tienen jurisdicción sobre sus aguas territoriales, siendo preciso que, para medidas de generalidad, se llegue a acuerdos internacionales no siempre viables por muy diversas causas. Y finalmente, porque en no pocos casos, las variables extensiones de la plataforma continental dificultan la aplicación de un criterio uniforme respecto a las zonas en que debe hacerse efectiva la prohibición.

Así, mientras en unos lugares parte de la plataforma continental queda por fuera de las aguas jurisdiccionales, pudiendo prohibirse la pesca en el ámbito de éstas, dejando libre el resto, en otras zonas, como ocurre en nuestra costa cantábrica, donde la plataforma es muy estrecha, la prohibición de la pesca en las aguas territoriales implicaría la imposibilidad de pescar, puesto que a distancias de seis millas de tierra, las profundidades son tan grandes que hacen la pesca imposible o improductiva. Y en estos casos, la legislación restrictiva se refiere a profundidades y no a distancias a la costa, autorizándose el empleo de las artes de arrastre cuando las profundidades sobrepasan a determinados límites especificados concretamente para cada región o zona pesquera.

Desde hace relativamente poco tiempo se ha hecho precisa una protección especial del medio ambiente marino ante agentes modificadores originados por causas frecuentemente ajenas a la propia pesca. Se trata concretamente de la contaminación de las aguas, generalmente denominadas como epolaciones —término inadecuado en nuestro idioma—, producida por diversos productos derivados de la industria que vierte sus residuos directamente al mar en unos casos y a través de los ríos en otros.

La alteración de las condiciones físico-químicas del medio marino ante el aporte de los residuos (industrias químicas principalmente), llegan a convertirlo en absolutamente inadecuado para la vida de animales y plantas, existiendo regiones marinas convertidas ya en verdaderos desiertos.

Las zonas de las desembocaduras de muchos ríos de nuestro litoral cantábrico

co, en cuyas márgenes están instaladas fábricas de pasta de papel, de sosa, etcétera, etc., son en la actualidad completamente estériles. La desembocadura de los ríos Tinto y Odiel carecen prácticamente de vida como consecuencia de la contaminación de sus aguas. Sabido es que los barcos que permanecen algún tiempo en el puerto de Huelva salen del mismo con sus cascos limpios de incrustaciones animales y vegetales, como si hubiesen entrado en dique y experimentado un escrupuloso carenado.

Y mucha mayor importancia tiene la contaminación de las aguas marinas producida por el petróleo o sus residuos, que vierten al mar los buques cisternas al limpiar sus tanques, o las refinerías, o cualquier barco de motores, por sus escapes o bombas de achique de sus sentinas.

Como no es menos sombrío el porvenir que se entreve para cuando, en pleno desarrollo de la energía nuclear, haya que comenzar a verter al mar los residuos radioactivos correspondientes, que han de producir, si no son convenientemente desactivados, una peligrosísima fuente de contaminación.

Como es natural y no sólo con carácter nacional, sino de forma internacional (Convención de Londres, por ejemplo, para la protección del mar contra la contaminación por el petróleo), se legisla contra este peligro y se prohíbe el vertimiento de petróleo, previo el estudio de las corrientes marinas, en zonas desde las que pueda ser arrastrado a las costas y las industrias productoras de residuos o vertimientos nocivos, son obligadas a instalar estaciones depuradoras de los mismos, etc., etc.

LAS ESPECIES QUE COMPITEN CON LAS DE INTERÉS PESQUERO

Pueden ser de dos tipos: bien porque también tengan a su vez interés pesquero, bien porque carezcan de él.

Puede ser ejemplo del primer caso el de determinados escómbridos como bonitos, albacoras, atunes, etc., de gran importancia económico-pesquera, pero implacables perseguidores y devoradores a su vez de sardinillas, boquerones, etc., de no menor interés para la pesca. La acción del hombre para proteger a unas, lo que

supone atacar a las otras y viceversa, ha de limitarse, para no perjudicar a ninguna, a realizar unas extracciones de ambas, proporcionadas a las mortalidades naturales que espontáneamente tengan en el equilibrio biológico, para no modificarlo.

En el segundo caso se encuentran, por ejemplo, determinadas especies de cetáceos como delfines, marsopas, calderones, espadartes, peces mulares, etc., etc. y no pocos seláceos, que carecen de utilidad para la pesca o la tienen mínima, consumiendo en cambio ingentes cantidades de ejemplares de especies útiles para la industria pesquera.

El no tomar medidas contra estas especies puede suponer un peligro evidente, porque si se les deja campo libre, no atacándolas, mientras se captura a las útiles, el miembro negativo de la ecuación de equilibrio puede aumentar en grado tal que aquél se rompa y se llegue incluso a la desaparición de la especie útil. Y tanto más, cuanto que es muy frecuente que la capacidad de resistencia a las circunstancias adversas sea mayor en la especie inútil o poco útil que en la útil.

Tal es el caso, por ejemplo, de determinados moluscos de nuestras costas, las almejas (*Tapes decussatus*) y los berberechos (*Cardium edule*), que viven conjuntamente y en constante competencia. Las almejas, de mucho mayor valor económico, son ávidamente buscadas por los mariscadores que, mientras las encuentran, desprecian a los berberechos, de mucho menor cotización.

Pero los segundos tienen unas exigencias biológicas mucho menores que las primeras, soportando por ejemplo, mayores períodos de desecación y habitando indistintamente desde los fondos exclusivamente arenosos a los completamente fangosos. Lo contrario ocurre con las almejas y como consecuencia de ello, al extraerse de los fondos solamente a las almejas, realizando una selección negativa, se ha dado campo libre a los berberechos, que han invadido las playas antes ocupadas por las almejas y en tal forma, que éstas no han podido regenerar sus bancos que, a lo más, se encuentran extraordinariamente diseminados y en orden disperso.

Como consecuencia de lo anterior, surge otra necesidad legislativa, la de que

las capturas de las especies útiles y perjudiciales sean paralelas a sus respectivas proporciones numéricas en su estado natural. Y así, no faltan disposiciones legales que no sólo permiten sino que aconsejan la destrucción de las especies nocivas como cefalópodos y escualos o que obligan a la pesca de las mismas, aunque no sean útiles para el consumo inmediato, puesto que después de todo, la medida no es tan onerosa, ya que sin que pueda negarse su inutilidad como alimento del hombre, no puede negarse que prestan buenos servicios como fuente de subproductos, colaborando al creciente desarrollo de esta floreciente industria.

LOS ELEMENTOS DE CAPTURA

De lo anteriormente expuesto se deduce la existencia de ciertas medidas legislativas fundamentadas en la necesidad del fomento y protección de las especies útiles a la pesca, como son la limitación de las tallas mínimas, la salvaguardia de determinadas zonas de la plataforma continental, la limitación del volumen de las capturas, etc., etc.

Todas esas medidas legislativas implican, consecuentemente, la regulación y limitación de los elementos de captura, bien de los aparejos o artes de red, bien de los barcos que los emplean.

En cuanto concierne a los artes y aparejos, la legislación pesquera tiende a que sean selectivos, es decir a que no capturen más que a los individuos que superen las dimensiones mínimas establecidas como legales.

Por lo tanto, para cada clase de peces o para cada modalidad de pesca de los mismos, por ejemplo, cuando es posible, y tanto nacional como internacionalmente, se regulan las dimensiones de las mallas de las redes, o la de los anzuelos de los aparejos, o la de otros elementos activos de los diversos procedimientos de pesca, como longitud y materiales que han de tener los dientes de anzuelos, dragas y rastros, longitud de los mangos de fleugas, fitoras y arpones, etc., etc.

E igualmente se regulan las dimensiones de los artes y de sus diversas partes, como las distancias que deben mediar entre los que se calan conjuntamente, etcétera, etc.

La acción destructiva que sobre los fondos ejercen determinados procedimientos de pesca, como los de arrastre, han motivado, para la protección de aquéllos, ciertas medidas legales restrictivas, muchas de ellas también de carácter internacional. Y así, en nuestro país por ejemplo, el empleo de los artes de arrastre con cabo a tierra, —jábegas y boliches—, sólo se permite en determinados lugares de la costa, denominados *epostas*, y a determinadas horas del día, frecuentemente en los crepusculos. Y se recomienda, cuando no puede imponerse la medida, que los artes de arrastre remolcados, que actúan en aguas libres, lleven sus relingas de plomos provistas de rodillos especiales, para que su acción sobre los fondos sea menos perjudicial.

La legislación pesquera prohíbe, por otra parte, el empleo de cualquier procedimiento de pesca no selectivo que pueda causar la muerte de larvas y jóvenes, y con más motivo al el procedimiento de pesca es violento, por lo que es internacional la prohibición y reprobación de la pesca por medio de venenos o explosivos, independientemente del carácter delictivo que la simple tendencia de tales venenos y explosivos puedan suponer.

En cuanto a los barcos se refiere, éstos han de reunir determinadas condiciones para cumplir adecuadamente su misión, condiciones que se refieren tanto a su capacidad operatoria en la pesca como a las de navegación, seguridad de tripulaciones, habitabilidad, etc., etc., que se regulan por medio de las disposiciones legales consiguientes, muy frecuentemente de carácter internacional.

Ya dijimos que una de las medidas de restricción en la pesca se refería a la prohibición de la de arrastre en las aguas jurisdiccionales. Ello obliga a las flotas pesqueras a pescar a distancias mayores de los puertos y sobre profundidades de más cuantía que a las que hasta hace relativamente poco tiempo venían haciéndolo. Por ello, los barcos han de ser de mayor porte, con mayor autonomía y han de estar dotados de más poderosos medios de propulsión y de pesca. El coste de las embarcaciones así aparejadas es enormemente elevado, frecuentemente por fuera de las posibilidades económicas de muchos de los pescadores. Y las disposiciones que regulan las condiciones que han de reunir los barcos, van apareja-

das de otras como las que instituyen los créditos navales pesqueros, que facilitan, con la ayuda estatal, la construcción de los nuevos barcos. Con ello, el Estado no hace otra cosa sino regular la capacidad depredadora del elemento «flota pesquera», incluido por el hombre en la ecuación de equilibrio de la economía marina, es decir, rebajando ese poder depredador a los límites máximos, al alejar los barcos de las regiones en que su acción es más nociva. Puesto que las antiguas unidades pesqueras, de medios de captura y autonomía limitados, se veían y aún se ven obligadas a tener que pescar en las inmediaciones de la costa, sobre fondos someros, y aún dentro de las aguas jurisdiccionales, y su acción supone un constante peligro, se ha promulgado la disposición encaminada a la amortización de dicha flota, que ha de ser sustituida poco a poco por nuevos barcos de mayor autonomía y potencia, a los amparos también de la protección económica estatal de los créditos marítimo-pesqueros.

EL ELEMENTO HUMANO

En realidad, el elemento depredador agregado a la economía marina por la actividad pesquera no está constituido ni por las redes ni por los aparejos ni por los barcos, sino por el propio hombre, el pescador que los utiliza. Y todo cuanto se ha dicho sobre aquellos elementos de captura es realmente concerniente al pescador, por lo que las disposiciones vigentes en materia de restricción pesquera a que nos hemos referido, no prohíben en realidad la existencia de tales o cuales artes o barcos, sino su empleo en tales o cuales circunstancias, o lugares, o fechas.

Pero además de esas disposiciones restrictivas, existen otras que afectan específicamente al pescador y que de una forma u otra, aunque aparentemente se presenten como medidas proteccionistas del mismo, no son sino formas de restringir su actividad, limitándola de una u otra manera, para reducir, en lo posible, su acción depredadora. La población humana, dedicada a la pesca, como hemos visto, supone un elevado porcentaje de los censos de las naciones. Y esa población pesquera, y en este caso es perfectamente adecuado el término de «población»,

puesto que de poblaciones marinas en el aspecto biológico estamos tratando, tiene unas necesidades vitales mínimas que la obligan a entrar en constante competencia con las que constituyen el objeto de su actividad pesquera.

Dar rienda suelta a la capacidad depredadora de esta población es peligroso para la economía marina. Y por ello las disposiciones legales que afectan a los denominados «problemas sociales» tienden a que la población pesquera pueda cubrir sus necesidades vitales con la menor dedicación posible a su actividad, limitando el tiempo de la misma (seguros sociales de vejez, retiros, enfermedades, etc.), o facilitándole recursos económicos especiales (seguros de accidentes, mutualidades de trabajos, etc., etc.), que les permitan soportar las fases adversas sin tener que dedicarse a la pesca intensiva durante las mismas, para superarlas, con el consiguiente perjuicio para la economía del mar. Y estas disposiciones se promulgan y se hacen efectivas a través de toda la serie de asociaciones que agrupan a los pescadores bajo el punto de vista profesional, pues como tales «poblaciones», y respondiendo al gregarismo natural en el hombre, tanto las Cofradías, como los Pósitos, Cooperativas, Consorcios, Sindicatos, etc., etc. pueden ser consideradas como otras tantas manifestaciones de asociaciones biológicas.

Finalmente y en cuanto al elemento humano se refiere, es primordial el factor de su educación profesional. Ya hemos hablado anteriormente de la corriente de abandono del empirismo en la pesca y de la tendencia a la creación progresiva del técnico pesquero, que conozca su profesión y la ejerza con conocimiento de causa, sabedor de lo que debe y no debe hacerse, y responsable de sus acciones, interesado en la conservación del patrimonio pesquero, de cuyo incremento sólo ventajas ha de obtener.

Por ello, la legislación pesquera establece la existencia de muy diversos centros de instrucción profesional como Escuelas elementales, medias y superiores de pesca, Institutos laborales de modalidad pesquera, etc., etc., en los que los pescadores y otros técnicos vinculados a la industria pesquera obtienen las enseñanzas correspondientes a sus modalidades y escalones profesionales.

CAPITULO XLIII

LOS ORGANISMOS RECTORES, ASESORES, INVESTIGADORES Y CULTURALES RELACIONADOS CON LAS ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA PESQUERA

Todas las disposiciones reguladoras de las actividades de la industria pesquera son elaboradas, asesoradas y ejecutadas por un cierto número de organismos, estatales unos, paraestatales otros, asignados a diversos departamentos ministeriales, pero principalmente a los de Comercio, Marina, Trabajo y Educación Nacional.

La coordinación de las disposiciones internacionales en materia pesquera se realiza, normalmente, por medio de convenios adoptados en las llamadas «Convenciones» y con el asesoramiento científico de un cierto número de instituciones, también internacionales, dedicadas a la investigación pura o aplicada del mar.

Los principales organismos e instituciones nacionales e internacionales que intervienen en estos problemas son las siguientes:

ORGANIZACIONES O INSTITUCIONES ESPAÑOLAS

LA DIRECCION GENERAL DE PESCA MARITIMA

Depende, como Dirección General afectada a la Subsecretaría de la Marina Mercante, del Ministerio de Comercio, si bien esta dependencia, como la del resto de la citada Subsecretaría, puede trasladarse, en caso de guerra, al Ministerio de Marina, con el que mantiene estrechísimo contacto en todo momento, ya que las delegaciones costeras de la Dirección General, las Comandancias y Ayudantías de Marina dependen también directamente del Ministerio de Marina y son barcos de la Marina de Guerra los encargados de la vigilancia de la pesca.

La Dirección General de Pesca, regentada por un Almirante de la Armada, es el organismo rector y legislador de la

pesca marítima y está integrada por una serie de secciones, especialmente dedicadas a los diversos problemas que la pesca en nuestro país implica, como los de la pesca pelágica y de arrastre, almadrabas, pesquerías del bacalao, cultivos de moluscos y crustáceos, explotaciones de algas, suministros de combustibles y pertrechos, estadística pesquera, etc.

Cuenta la Dirección General con una Asesoría biológica y otra ingenieril y son de su competencia, aparte de la misión legislativa, todo lo concerniente a la tramitación y concesión de instalaciones de cultivos marinos e industrias de aprovechamientos, en cuanto a la concesión de materias primas se refiere.

Aunque no con carácter periódico —salvo en el caso de la Estadística Oficial de Pesca, que es anual—, la Dirección edita también publicaciones de carácter científico, encaminadas principalmente al conocimiento de la fauna marina de interés pesquero o al de la legislación pesquera.

Ostenta la representación de nuestro país en ciertos organismos internacionales relacionados con la pesca y principalmente en el Consejo General de Pesca del Mediterráneo (P. A. O.) y en la Comisión Internacional de las Pesquerías del Atlántico Norte (I. C. N. A. P.).

Sus miembros son representantes, por otra parte, de determinados organismos relacionados con la pesca en nuestro país como ocurre con el Consejo Ordenador de la Marina Mercante e Industrias Marítimas, dependiente también de la Subsecretaría de la Marina Mercante, y de la Junta para la Investigación Técnica de la Pesca, de la que el Director General de Pesca es Vocal nato y el Asesor Biológico, Secretario.

Como organismos dependientes y asesores de la Dirección General de Pesca

en la costa, y directamente subordinadas a las Comandancias y Ayudantías de Marina, existen las Juntas Regionales y Locales de Pesca. Tienen por misión estas Juntas el asesoramiento a la Dirección General, directamente o a través del Consejo Ordenador de la Marina Mercante, en la resolución de los problemas legislativos o de concesiones, o de cualquier otro tipo, de la competencia de la misma. Las Juntas locales de pesca, presididas por los Ayudantes de Marina y las regionales, por los Comandantes de las respectivas provincias marítimas de nuestro litoral, están integradas por una serie de vocales natos y electivos, que representan a todos los organismos o dependencias ministeriales que intervienen directa o indirectamente en la pesca, como las Autoridades marítimas, las de Obras de Puertos, Sanidad, Instituto Español de Oceanografía, Sindicato Nacional de la Pesca, etc., etc.

EL CONSEJO ORDENADOR DE LA MARINA MERCANTE E INDUSTRIAS MARÍTIMAS

Depende también de la Subsecretaría de la Marina Mercante y por tanto del Ministerio de Comercio. Es el más alto organismo asesor de dicha Subsecretaría y de la Dirección General de Pesca. Están representados en dicho Consejo, que preside el Subsecretario de la Marina Mercante o el Director General de Pesca, por delegación, y como consejeros, los diversos organismos oficiales, legislativos o asesores que intervienen en la pesca, como las diversas Direcciones de la Subsecretaría, Hacienda, Ministerio de Industria, Sanidad, Instituto Español de Oceanografía, Sindicato Nacional de la Pesca, etc., etc. Las propuestas de disposiciones legislativas, concesiones de cultivos, industrias marítimas, etc., etc., son informadas en última instancia por este Consejo, que las eleva posteriormente a los organismos ejecutivos para su promulgación o aprobación.

LA JUNTA PARA LA INVESTIGACION TECNICA DE LA PESCA

Creada como dependencia de la Presidencia del Gobierno y con sede en la Subsecretaría de la Marina Mercante, es

una Junta encaminada a coordinar las actividades de los diversos centros relacionados con la investigación pesquera en nuestro país. Presidida por el Subsecretario de la Marina Mercante, está integrada por tres Vocales natos: el Director General de Pesca, el Director General del Instituto Español de Oceanografía y el Director del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Cuenta con una Secretaría que recae en el Biólogo Asesor de la Dirección General de Pesca. La misión de esta Junta es meramente consultiva y asesora.

EL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFIA

Fundado en 1914 sobre la base de los antiguos laboratorios biológicos de Santander y Porto Pi, en Palma de Mallorca, y bajo los buenos auspicios de S. A. el Príncipe Alberto I de Mónaco y del Profesor Lacaze Duthiers, fundador de la famosa estación biológica Aragó, de Banyuls sur Mer, fué creado en el seno del Ministerio de Fomento, pasando posteriormente al de Instrucción Pública, para integrarse desde hace una treintena de años y definitivamente en el de Marina, siguiendo la general corriente universal de que estos centros están vinculados a las Marinas de Guerra.

Tiene por misión el Instituto Español de Oceanografía la investigación del mar en sus aspectos biológico, físico, químico y geológico, tanto puros como aplicados a la navegación, la pesca y las industrias marinas, corriendo también a su cargo las investigaciones aplicadas en materia militar que puedan ser de interés para la Armada.

El Instituto Español de Oceanografía, que goza de la categoría de una Dirección General, está integrado por dicha Dirección General, la Secretaría General, la Subdirección y los Departamentos de Biología, Física Oceanográfica, Química Oceanográfica, Química Aplicada e Ictiometría y Estadística.

Como dependencias centrales del Instituto están la Dirección, Subdirección, Secretaría y Jefaturas de los Departamentos, a cada uno de los cuales hay adscrito el correspondiente Laboratorio, con su Director y Ayudantes respectivos.

Las dependencias costeras, con sus Directores y Ayudantes, están integradas por los Laboratorios de San Sebastián, Santander, Vigo, Málaga, Santa Cruz de Tenerife y Baleares, del que depende a su vez la pequeña Estación Experimental de Mitilcultura de Barcelona.

Cuenta el Instituto, y también como dependencia costera, con un buque de investigaciones oceanográficas, el X. S. N. N., dotado del material necesario para sus misiones específicas, y a bordo del cual se realizan las campañas de investigación en alta mar, ya que las metodicas de los laboratorios costeros se llevan a cabo a bordo de embarcaciones menores, pertenecientes a los mismos, o en su defecto, de las de la vigilancia de la pesca, adscritas a las Comandancias de Marina.

Corre a cargo del Instituto una nutrida red mareográfica establecida de acuerdo con los Institutos Geográfico Catastral e Hidrográfico de la Marina, contando por lo menos con instalaciones en Santander, Gijón, La Coruña, Vigo, Cádiz, Tárrifa, Algeciras, Málaga, Ceuta, Las Palmas de Gran Canaria, Arrecife de Lanzarote y Santa Cruz de la Palma, estando prevista la instalación en breve plazo de otros mareógrafos más, entre ellos los de Mallorca, Barcelona e isla de Alborán.

El personal científico del Instituto Español de Oceanografía —el Director General es un Almirante de la Armada y el Secretario General un Jefe también de la Marina de Guerra— está integrado por Doctores o Licenciados en Ciencias Naturales o Biológicas (Departamento de Biología), en Ciencias Físicas o Físico-Matemáticas (Departamento de Física Oceanográfica), en Ciencias Químicas, Físico-químicas o Farmacia (Departamentos de Química Oceanográfica y Química Aplicada), o en Ciencias Naturales (Departamento de Ictiometría y Estadística), aunque tradicionalmente este Departamento haya sido regentado por un Jefe de la Armada.

Por Reglamento fundacional del Instituto Español de Oceanografía, corresponde al mismo, aparte de sus otras misiones, la organización de las campañas de investigación oceanográfica a realizar por acuerdos nacionales o internacionales, participando en ellas. Es también de su competencia la representa-

ción oficial de nuestro país en las Comisiones o Congresos Internacionales de Investigación Oceanográfica, llevando a cabo, complementariamente, la asesoría oficial en materia oceanográfica o biológica a los organismos legislativos de la pesca.

Ha realizado el Instituto Español de Oceanografía numerosísimas campañas de investigación, utilizando para ello muy diversos barcos, de la marina de guerra unos, pesqueros otros, entre los que pueden citarse, desde el «Averroes» —el primer barco con que contó el Instituto, un pequeño laúd mallorquín, con el que, pese a todo, se hicieron las primeras campañas en la costa de Marruecos—, a los buques de guerra «Almirante Lobo» «Hernán Cortés», «Vasco Núñez de Balboa», «Marqués de la Victoria», «Giralda», «Malaspina», «Tofiño», «Navas», «Segura» y «Xauena», y a los mercantes «Abregos», «Cierzo», «Vendaval», «Asia», «Atiza», «Flamencas» y «Gervina».

Ha tomado parte el Instituto en diversas campañas a bordo de barcos no españoles, entre los que pueden citarse varias a bordo del «President Theodor Tisler», francés; «Calypso», también francés; «Sarsia», inglés; «Robusta», italiano, etc., etc.

Fruto de las investigaciones realizadas por el Instituto y de sus campañas son las numerosas publicaciones editadas, aparecidas bajo los nombres de «Memorias» (15 volúmenes), «Resultados de las Campañas» (4 volúmenes), «Notas y Resúmenes» (140 volúmenes), «Boletín de Pesca» (174 volúmenes), «Trabajos» (26 volúmenes) y «Boletines» (100 volúmenes). Aparte de los trabajos publicados en las revistas de las instituciones internacionales a las que el Instituto pertenece en representación de nuestro país, y principalmente el Consejo Internacional para la Exploración del Mar, la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo y el Consejo General de Pesca del Mediterráneo (P.A.O.).

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS

Es un Instituto de investigación técnica, dependiente, a través del Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, estando vinculado, como

organismo paraestatal, al Ministerio de Educación Nacional.

Originado en 1940 como una Sección del Instituto de Biología Aplicada, preexistente, se integró en Instituto con personalidad propia en 1951.

Consta este Instituto de una Dirección, la Secretaría correspondiente, y los Laboratorios Centrales, con sede en Barcelona, a más de los Laboratorios costeros de Vigo, selectamente equipado y dotado, de Cádiz, Castellón y Blanes, habiendo desaparecido, muy recientemente, el provisional con que contaba en Vinaros.

El personal de este Instituto está formado por Doctores y Licenciados en Ciencias Naturales, Biológicas y Químicas principalmente, y sus investigaciones están encaminadas al conocimiento de las ciencias del mar, principalmente la Biología marina, en sus diversos aspectos y a su aplicación a la pesca.

Editó sus primeros trabajos en la revista del Instituto de Biología Aplicada, pero en la actualidad cuenta con una excelente revista propia, nutrida en números y trabajos, que aparece bajo el nombre de «Investigación Pesquera».

OTROS CENTROS DE INVESTIGACION CIENTIFICA RELACIONADOS CON LA BIOLOGIA MARINA

Aunque no dedicados exclusivamente a las investigaciones sobre la biología marina o la oceanografía, son dignos de mención ciertos Centros o Instituciones españolas que dedicaron parte de sus actividades a estos problemas, organizando y realizando las investigaciones, como es el caso del Museo Nacional de Ciencias Naturales, la Sociedad Española de Historia Natural y el Instituto Hidrográfico de la Marina, editor de las Cartas Náuticas, anuarios de mareas, etc., etc., o financiando dichas investigaciones, como en el caso de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, a cuyo cargo corrió la edición de los más notables tratados que sobre la fauna marina española existen en nuestro país.

LOS ORGANISMOS ENCARGADOS DE LOS PROBLEMAS SOCIALES DE LA PESCA

Si bien la legislación pesquera, en cuan-

to a regulación de dicha actividad se refiere en su aspecto técnico, es de la competencia de la Dirección General de Pesca, en el Ministerio de Comercio, toda la legislación laboral depende del de Trabajo. Y en cuanto a la concerniente a los problemas sociales que la pesca lleva consigo, es el mismo Ministerio de Trabajo el que, a través del Instituto Social de la Marina y del Sindicato Nacional de la Pesca, se ocupa de la legislación pertinente.

EL INSTITUTO SOCIAL DE LA MARINA

Dependiente, como decimos, del Ministerio de Trabajo, fué creado en 1941; tiene a su cargo una serie de misiones que, resumiendo su Decreto fundacional, se exponen a continuación:

- 1.º Fomentar el mejoramiento cultural y profesional de los pescadores y personal relacionado con la pesca.
- 2.º Propulsar las industrias marítimas y derivadas, facilitando los medios para la adquisición, construcción y reparación de barcos.
- 3.º Distribuir y facilitar la fabricación de efectos navales y útiles para la pesca, como la industria del frío.
- 4.º Propulsar el fomento del patrimonio familiar de los pescadores.
- 5.º Organizar y arbitrar los medios para evitar la depreciación de los productos extraídos del mar, por la correspondiente ordenación del comercio de la pesca.
- 6.º Conceder créditos a los pescadores para sus diversas necesidades.
- 7.º Subvencionar las Escuelas, Asilos, Orfanatos, Casas de Pescadores y Marinos, servicios médicos y sanitarios.
- 8.º Fomentar la existencia de las Cajas de Ahorro, Mutualidades y Seguros sociales.
- 9.º Propulsar la construcción de viviendas protegidas para pescadores.
- 10.º Asesorar a los organismos competentes en la legislación social y laboral de la pesca.
- 11.º Sostener las Cajas de Crédito Marítimo y Pesquero.

El Instituto Social de la Marina, a fin de cumplir esas misiones, está integrado por los siguientes servicios o dependencias:

- 1.º La Mutualidad de Accidentes del Mar y del Trabajo.
- 2.º La Asociación Mutua del Riesgo Marítimo, correspondiente a las embar-

caciones de las listas 3.^a y 4.^a (las dedicadas a la pesca).

3.º El Montepío Marítimo Nacional.

4.º La Caja Central del Crédito Marítimo y Pesquero.

Está regido el Instituto Social de la Marina por un Consejo General (integrado por representantes del Ministerio de Marina, del de Trabajo, del de Comercio (Dirección General de Pesca) y por otros dos del Instituto Nacional de Previsión y del Sindicato Nacional de la Pesca), por una Comisión Permanente Ejecutiva, el Comisario Jefe del Instituto (que es un Almirante), un Subcomisario y la Secretaría General.

La acción del Instituto Social de la Marina se ejerce, materialmente, a través de las Cooperativas del Mar, de finalidades muy similares a las del Sindicato de Pesca, al que están muy estrechamente vinculadas.

EL SINDICATO NACIONAL DE LA PESCA

Corresponde al Sindicato Nacional de la Pesca el encuadramiento y representación de todos los trabajadores del mar, siendo su misión principal el mejoramiento moral, profesional y económico-social de los mismos. Es además elemento consultivo obligado en cuanto se refiera a la legislación social aplicable a las industrias marítimas.

Intimamente relacionando con el Instituto Social de la Marina, encuadra en una de sus organizaciones dependientes, las C.N.S., a las diversas agrupaciones de carácter gremial que asocian a los pescadores, es decir, a los Pósitos, Cofradías, Cooperativas y Gremios, como a las Asociaciones y Federaciones profesionales, también tuteladas por el Instituto Social de la Marina.

Como órganos delegados del Sindicato Nacional de la Pesca en la Costa, están las correspondientes Delegaciones provinciales del mismo, que son las que directamente actúan e intervienen sobre aquellas Asociaciones corporativas o gremiales, ostentando ante el Sindicato Nacional y ante las Autoridades provinciales la representación legal de las mismas.

LAS INSTITUCIONES CULTURALES Y DE FORMACION PROFESIONAL Y TECNICA, AL SERVICIO DE LA PESCA

Los diversos Centros de enseñanza marítima o pesquera existentes en nuestro país son, en la actualidad, los siguientes:

ESCUELAS ELEMENTALES PROFESIONALES DE PESCA

Creadas y mantenidas por el Instituto Social de la Marina, tienen por objeto, aparte de su misión cultural indispensable, la enseñanza para la obtención de los títulos de Patrones de Pesca de tercera clase, es decir, el título profesional más elemental existente en nuestro país, para este tipo de actividades.

LAS ESCUELAS MEDIAS DE PESCA

Dependen del correspondiente Patronato Central, integrado en la Dirección General de Pesca. En ellas se cursan las enseñanzas necesarias para la obtención de los títulos de Patrones de Pesca de Altura de Primera y Segunda clase, y de Patrones de Pesca de Gran Altura, estribando las diferencias entre las tres categorías, en el tonelaje de los barcos que pueden mandar y en las distancias a la costa o puerto base a que pueden alejarse, ya que la parte profesional pesquera es similar para las tres categorías, que difieren sólo, en realidad, en la extensión de sus conocimientos náuticos.

LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE ORIENTACION MARITIMA Y PESQUERA

Creadas y tuteladas también por el Instituto Social de la Marina, pero vinculadas como tales Escuelas primarias al Ministerio de Educación Nacional, cursan sus enseñanzas tanto para jóvenes como para adultos, y tienen por objeto la instrucción cultural de los pescadores pero con una marcada orientación hacia los problemas pesqueros para lo cual, el profesorado que las dirige se especializa, mediante cursos adecuados, en la modalidad de esta enseñanza.

LOS INSTITUTOS LABORALES DE MODALIDAD MARITIMO-PESQUERA

De creación relativamente reciente, pues datan de 1949, dependen del Ministerio de Educación Nacional, y en ellos se cursa un Bachillerato especial, de carácter profesional, en diversas modalidades (industrias marítimas, cultivos marinos, etc., etc.), que faculta a los que obtienen tal grado para el acceso a otros Centros de grado superior también relacionados con la pesca.

LAS ESCUELAS DE NAUTICA

Aunque en las Escuelas de Náutica no se cursen enseñanzas especiales para la pesca, y solamente se obtengan en ellas los títulos de Pilotos y Capitanes o de Maquinistas de la Marina Mercante, estas Escuelas están muy directamente relacionadas con la industria pesquera, ya que son muchísimos los barcos pesqueros, y sobre todo los de gran altura, cuyo mando está confiado no a Patrones de Pesca, sino a Pilotos o Capitanes de la Marina Mercante, que en no pocos casos, y como ocurre, por ejemplo, con la flota bacaladera, ejercen simultáneamente con la capitanía de los barcos, las funciones de Patrones de Pesca.

INSTITUCIONES PARA LA ENSEÑANZA SUPERIOR CIENTIFICO O TECNICO-PESQUERA

No existen en nuestro país instituciones de enseñanza superior técnico o científico-pesquera, ni en ciencias oceanográficas. Los investigadores o técnicos dedicados a la pesca proceden de las Universidades o Escuelas Especiales del Estado, de las que salen sin especialización alguna en este sentido, por lo que esa especialización han de adquirirla posteriormente en los propios Centros de investigación o en el ejercicio de la profesión libre.

Y así, por ejemplo, el Instituto Español de Oceanografía ha de formar a sus propios especialistas, lo que consigue por medio de cursos de una duración no inferior a dos años, que implican una serie de enseñanzas teóricas y prácticas, campañas de investigación a bordo de buques oceanográficos o de pesca, realización de

trabajos de investigación y redacción de una memoria especial sobre problemas oceanográfico-pesqueros.

Yo lo mismo ocurre con el Instituto de Investigaciones pesqueras, que en forma similar ha de formar a sus propios investigadores.

LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES RELACIONADOS CON LA OCEANOGRAFIA, LA BIOLOGIA MARINA Y LA PESCA

Los de mayor abolengo y tradición y los que directamente interesan a nuestro país son esencialmente los cuatro siguientes: La «Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo»; el «Consejo General de Pesca del Mediterráneo»; el «Consejo Internacional para la Exploración del Mar», y la «Comisión Internacional para las Pesquerías del Atlántico Norte».

LA COMISION INTERNACIONAL PARA LA EXPLORACION CIENTIFICA DEL MAR MEDITERRANEO

Fue fundada en Madrid en el año 1919 bajo los auspicios de S. A. el Príncipe Alberto I de Mónaco y del Instituto Español de Oceanografía, correspondiendo a Madrid el honor de ser la sede fundacional, por la vinculación estrecha que el famoso Príncipe tenía con nuestro país, dada su condición de Jefe en activo de nuestra Marina de Guerra hasta el momento de su exaltación al Principado, y de Almirante Honorario de la misma desde aquel momento.

La sede oficial de la Comisión (corrientemente conocida simplemente como «Comisión el Mediterráneo» o por su anagrama «C.I.E.C.M.M.»), fue establecida en París, conjuntamente con la del Instituto Oceanográfico, también fundado por Alberto I. En el año actual, aunque la sede administrativa se haya trasladado a Mónaco, la Secretaría General de esta organización continúa en París.

La misión de la Comisión es el estudio científico del mar Mediterráneo en su aspecto oceanográfico físico, químico y biológico, extendido en algunos aspectos a la ciencia aplicada, coordinando los trabajos de los laboratorios mediterráneos

y de las campañas oceanográficas que en dicho mar se realicen.

La actual organización de la Comisión es la siguiente:

1.º El denominado «Bureau», que está integrado por el Presidente de la Comisión—en la actualidad el Príncipe Raniero I—, cuatro Vicepresidentes—de los que por tradición el primero es el Director General del Instituto Español de Oceanografía—, y el Secretario General.

2.º Las Comisiones Nacionales. Integradas por un cierto número de Delegados oficiales de cada país, más los expertos, en número indeterminado.

3.º Las Subcomisiones y Grupos de Trabajo. La Comisión, desde el punto de vista de su labor investigadora, está integrada por un cierto número de Subcomisiones, integradas a su vez por los Grupos de Trabajo, o «Comités», cada uno de los cuales está formado por un Presidente, un Vicepresidente, un relator y los correspondientes expertos, en número indeterminado.

Estas Subcomisiones y Grupos de Trabajo o Comités, son los siguientes:

I.—Subcomisión de Oceanografía Física.

a) Grupo de Trabajo de «Física del Mar».

b) Grupo de Trabajo de «Química del Mar».

c) Grupo de Trabajo de «Geología Submarina y Morfologías».

II.—Subcomisión de Oceanografía Biológica.

a) Grupo de Trabajo «Plancton».

b) Grupo de Trabajo «Necton».

c) Grupo de Trabajo «Bentos».

d) Grupo de Trabajo «Microbiología».

III.—Subcomisión de Estuarios salinos y Lagunas.

a) Un sólo grupo de Trabajo, con el mismo nombre.

IV.—Subcomisión de Relaciones entre los Laboratorios Mediterráneos.

a) Un sólo grupo de Trabajo, con el mismo nombre.

El «Bureau» de la Comisión se reúne una vez al año por lo menos, siendo de su competencia las cuestiones administrativas de la Comisión, las relaciones con otros organismos, etc., etc.

Las Asambleas plenarias de la Comisión se realizan cada dos años, alternando Mónaco con otro país, de forma habitual, pero no preceptivamente.

Se discuten en las Asambleas plenarias las propuestas del «Bureau», las conclusiones de las reuniones científicas de los Grupos de Trabajo y los planes de los mismos a realizar entre dos Asambleas plenarias consecutivas. Los Grupos de Trabajo se reúnen en las mismas épocas de las Asambleas plenarias y discuten libremente sus problemas de investigación, proponiendo los planes de trabajo para los períodos siguientes.

Edita la Comisión los trabajos presentados a las reuniones de trabajo en tres publicaciones, los «Rapports et Procès verbaux des Réunions», en el que aparecen las composiciones del «Bureau» y Subcomisiones, las listas de participantes en las Asambleas, actas de las mismas y resultados científicos de las reuniones; las fichas denominadas «Fauna y Flora del Mar Mediterráneo»; y el «Boletín de coordinación de los Laboratorios Mediterráneos».

Está integrada la Comisión por España, Francia, Grecia, Italia, Imperio Jerifano, Mónaco, Túnez, Turquía y Yugoslavia.

EL CONSEJO GENERAL DE PESCAS DEL MEDITERRANEO

Fundado en Roma bajo los auspicios de la Federación para la Alimentación y la Agricultura (F.A.O.) tiene la misma orientación y organización que el Consejo General de Pesca del Mar Indopacífico, existente con anterioridad.

Es su misión el fomento de la pesca en el Mar Mediterráneo, a fin de obtener de él el mejor rendimiento alimenticio posible.

La sede está en Roma, en la F.A.O., y la organización general es la siguiente:

El Comité Ejecutivo o de Dirección, los Comités de Trabajo, la Presidencia—que actualmente ostenta nuestro país—y la Secretaría General.

Los Comités de Trabajo son los siguientes:

1.º Comité de «Recursos Marinos» (denominado hasta 1938 como de «Exploración»).

2.º Comité de «Producción».

3.º Comité de «Utilización».

4.º Comité de «Aguas Interiores y Lagunas».

5.º Comité de «Economía y Estadísticas».

Cada Comité está integrado por un Presidente, dos Vicepresidentes, un relator general y un número indeterminado de relatores particulares, más los expertos correspondientes, también en número indeterminado.

El Comité de Dirección está integrado a su vez por el Presidente del Consejo, los dos Vicepresidentes, el Secretario general y los Presidentes y relatores generales de los Comités de Trabajo.

Las reuniones de la Comisión ejecutiva (Presidente, Vicepresidentes y Secretario general) no tienen fecha fija. Las Reuniones o Asambleas plenarias son bianuales, teniendo frecuentemente lugar en Roma y en una capital mediterránea, en régimen alterno.

Las publicaciones del Consejo, que pueden ser accidentales, cuando de trabajos especiales se trata, se concretan principalmente a dos de carácter periódico: los «Documentos técnicos de las Reuniones» y los «Documentos de trabajos».

Los miembros del Consejo son: Egipto, España, Francia, Grecia, Israel, Italia, Imperio Jerifano, Mónaco, Reino Unido (Malta), Tunisia, Turquía y Yugoslavia.

Como organismo coordinador entre el Consejo y la Comisión del Mediterráneo existe un «Comité mixto», integrado por los Presidentes y Secretarios generales de ambas organizaciones, y por dos expertos de cada una de ellas.

EL CONSEJO INTERNACIONAL PARA LA EXPLORACION DEL MAR

Fundado en 1902, tiene su sede en Copenhague. Su misión es la de la investigación el mar, pura y aplicada, en las áreas correspondientes al Océano Atlán-

tico Norte y a sus mares subsidiarios, exceptuado el Mediterráneo, que, como vimos anteriormente, corresponde a otra Comisión Internacional.

Está compuesto el Consejo por un «Bureau administrativo integrado por un Presidente, tres Vicepresidentes y un Secretario general, y por una serie de Comités de Trabajo».

Son estos Comités los siguientes:

1.º Consultivo, integrado por el «Bureau administrativo, más los Delegados oficiales de los países integrantes del Consejo. 2.º Comité Editorial. 3.º Comité de los Mares nórdicos lejanos. 4.º Comité de los Mares nórdicos próximos. 5.º Comité del Mar Báltico y Belta. 6.º Comité Atlántico. 7.º Comité de Pesca Comparada. 8.º Comité de los Peces Gadiformes. 9.º Comité de los Arenques. 10.º Comité de la Sardina. 11.º Comité e los Peces Escombriformes. 12.º Comité del Salmón y las Truchas. 13.º Comité de Moluscos y Crustáceos. 14.º Comité de Hidrografía. 15.º Comité de Finanzas; y 16.º Comité las Ballenas. 17.º Comité de Estadística. 18.º Comité de Finanzas; y 19.º Comité de Coordinación de Laboratorios.

Cada Comité de Trabajo está integrado por un Presidente, dos Vicepresidentes, los Delegados de cada país (un titular y un suplente), más un número indeterminado de expertos.

Los países miembros del Consejo Internacional para la Exploración del Mar son en la actualidad los siguientes: Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Islandia, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Suecia y Rusia.

El Comité Editorial da a la publicidad los resultados de los trabajos del Consejo en una serie de publicaciones cuyos títulos son los siguientes:

- 1.º «Rapports et procès verbaux des Réunions».
- 2.º Anales biológicos.
- 3.º Boletín estadístico.
- 4.º Estadísticas periódicas.
- 5.º Diario del Consejo.
- 6.º Boletín Hidrográfico.
- 7.º Cartas hidrográficas sinópticas.

8.º Fichas de identificación del zooplancton.

9.º Fichas de identificación de la Fauna del Atlántico.

Las reuniones del «Bureau» no tienen fecha fija, aunque deben realizarse por lo menos una vez al año. Las reuniones plenarios y las de «Trabajos» se realizan todos los años, siendo la norma que tengan lugar una vez fuera de Dinamarca y dos años seguidos en Copenhague.

Es la más antigua institución internacional dedicada a los estudios oceanográficos, y la de mayor solera, debiéndose en gran parte a su intervención los actuales adelantos de esta ciencia, que en muchos casos fueron posibles gracias al mecenazgo de Karlsberg, el famoso fabricante de cervezas danés, quien emparentado con el famoso biólogo Schmidt, el descubridor de la biología y migraciones de las anguilas, se vinculó de manera permanente al Consejo, financiando sin desmayos ni treguas su desarrollo y mantenimiento.

LA COMISION INTERNACIONAL PARA LAS PESQUERIAS DEL ATLANTICO NORTE

Es la más reciente, quizá, de las instituciones dedicadas al estudio del mar, ya que data de una decena de años, pues fué fundada en Washington en 1949, teniendo por objeto principal la defensa de las pesquerías del Atlántico Norte, y concretamente de las del Oeste, es decir, las del bacalao y especies afines, que como consecuencia de una pesca incontrolada, comenzaban a dar señales de agotamiento.

Abarca principalmente su acción a las pesquerías de Terranova, Canadá, Labrador y Groenlandia, y, como decimos, su finalidad es más aplicada que de investigación de la ciencia pura, aunque ésta se lleve a cabo para la finalidad utilitaria.

El área de jurisdicción de la Comisión está subdividida en cinco subáreas, A, B, C, etc., y cada una de ellas, a su vez, en zonas menores, en cada una de las cuales intervienen de forma preponderante aquellos países interesados materialmente, por la presencia de sus flotas pesqueras, en los rendimientos de cada una de ellas. Estas subzonas constituyen, a efectos de investigación y trabajo, los correspondientes Subcomités, denominados estatutariamente «panels» cuya traducción exacta y adecuada no conocemos.

Los países integrantes de la Comisión son: Canadá, Dinamarca, España, Francia, Islandia, Italia, Noruega, Portugal, Gran Bretaña y Terranova.

La Comisión está regida por un Comité Directivo, integrado por un Presidente, un Vicepresidente y un Secretario general ejecutivo, y por los Comités (independientemente de los Subcomités regionales o «panels») de Finanzas y Administración, y de Investigaciones y Estadística.

Las reuniones suelen ser anuales, si no es preciso que sean más frecuentes, y los resultados de los trabajos aparecen en una revista denominada «Rapports», de la Comisión Internacional para las Pesquerías del Atlántico Norte. En la actualidad, en moda los anagramas, y dado su nombre inglés, el de esta Comisión, y por el que más vulgarmente se la conoce, es el de I.C.N.A.P.

PRINCIPALES TITULOS DE LA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BESNAUD (W.): Les produits d'origine merine et fluviale, París, 1948.
- D'ANCONA (A.): Elementi di Biologia generale, Padua, 1945.
- FUSNET TURRI (J.): Manual de Zoología, Barcelona, 1944.
- HARVEY (A. W.): Biological chemistry and physics of sea water, 1928.
- LOZANO CABO (F.): Relación de una campaña de pesca de arrastre en pareja en la costa del Sáhara español y noticia sobre los otros tipos de pesca allí practicados. *Bol. Inst. Esp. Ocean.* núm. 9, Madrid, 1948.
- LOZANO CABO (F.) y RODRÍGUEZ MARTÍN (O.): Biología marina aplicada a la pesca. *Publ. Inst. Soc. Marina*, Madrid, 1945.
- LOZANO Y REY (L.): Fauna ibérica. Peces. Tomos I, II y III: *Junta para Ampliación de Estudios*, Madrid, 1928, y *Mem. Real Academia Ciencias*, E. F. N., Madrid, 1947-1952.
- Fauna ibérica. Peces. Tomo IV: Fisoclistos yugulares y asimétricos. *En prensa*.
- NAVARRO MARTÍN (F.), LOZANO CABO (F.) y otros: La pesca de arrastre en los fondos del Cabo Blanco y del Banco de Arguín (África sahariana). *Trabajos Inst. Esp. Ocean.* núm. 18, Madrid, 1943.
- NAVAZ Y SANZ (J. M.): Pesca marítima. Artes de pesca, embarcaciones, pesquerías e industrias. *Publ. Inst. Soc. Marina*, Madrid, 1945.
- NORMAN (J. R.) y FRASSER (F. C.): Giant Fishes, Whales and Dolphins, Londres, 1948.
- PERÉS (J. M.) y PICARD (J.): Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée, Marsella, 1958.
- RIOJA LOBIAÑO (E.): Los animales marinos. *Editorial Labor*, Barcelona, 1929.
- SAÑEZ RECUART (A.): Diccionario histórico de los artes de la pesca nacional, Madrid, 1791.
- SVERDRUP (H. V.), JOHNSON y FLEMING: The Ocean, their physics, chemistry and general biology, 1945.
- TRESSLER (D. R.): Marine products of commerce, 1923.
- VALLAUX (C.): Géographie Générale des mers, París, 1933.

INDICE

PRIMERA PARTE EL MEDIO AMBIENTE

	Págs.
CAPÍTULO I.—Composición química del agua del mar	I- 9
CAPÍTULO II.—Carateres físicos de agua del mar	I- 23
CAPÍTULO III.—Los movimientos del agua del mar	I- 33
CAPÍTULO IV.—Topografía, batimetría y geología submarinas	I- 42

SEGUNDA PARTE BIOLOGIA MARINA

CAPÍTULO V.—Composición química de los seres marinos	II- 1
---	-------

	Págs.
CAPÍTULO VI.—La forma de los animales marinos	II - 9
CAPÍTULO VII.—El color de los seres marinos	II - 19
CAPÍTULO VIII.—Adaptación de los seres marinos en relación con la luz	II - 26
CAPÍTULO IX.—Adaptación de los seres marinos a la presión	II - 32
CAPÍTULO X.—Adaptación de los seres marinos a la profundidad y a los movimientos del mar. Plancton, Necton y Bentos	II - 35
CAPÍTULO XI.—La alimentación de los seres marinos	II - 50
CAPÍTULO XII.—La respiración de los animales marinos	II - 60
CAPÍTULO XIII.—La estación y la locomoción de los seres marinos	II - 65
CAPÍTULO XIV.—La reproducción de los seres marinos	II - 72
CAPÍTULO XV.—Las migraciones de los animales marinos	II - 83
CAPÍTULO XVI.—La lucha por la vida. Elementos defensivos y de ataque	II - 89
CAPÍTULO XVII.—Las asociaciones de los animales marinos	II - 94

TERCERA PARTE

LA FAUNA Y LA FLORA MARINAS

CAPÍTULO XVIII.—Reseña de los principales grupos de vegetales marinos	III - 1
CAPÍTULO XIX.—La fauna marina. Protozoos, espongiarios y celenteros	III - 6
CAPÍTULO XX.—Platelmintos, nematelmintos, troquelminchos, geliferos, briozoos, braquiopodos, foronídeos, quetognatos y anélidos	III - 13
CAPÍTULO XXI.—Artrópodos	III - 17
CAPÍTULO XXII.—Moluscos	III - 24
CAPÍTULO XXIII.—Los moluscos de aprovechamiento industrial	III - 32
CAPÍTULO XXIV.—Equinodermos, hemicordados y cordados	III - 42
CAPÍTULO XXV.—Vertebrados, peces agnatos, condroictios y osteictios ganoides.	III - 50
CAPÍTULO XXVI.—Peces clupeiformes y salmoniformes	III - 62
CAPÍTULO XXVII.—Peces anguiliformes, mugiliformes y escombriformes	III - 69
CAPÍTULO XXVIII.—Peces perciformes	III - 78
CAPÍTULO XXIX.—Peces gadiformes, pleuronectiformes y pediculados	III - 85
CAPÍTULO XXX.—Reptiles y aves	III - 90
CAPÍTULO XXXI.—Mamíferos	III - 95

CUARTA PARTE

LA PESCA Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS SERES MARINOS

CAPÍTULO XXXII.—Técnica, industria y economía pesquera. La pesca experimental. La investigación científico-pesquera	IV - 1
CAPÍTULO XXXIII.—Estadística y predicción pesquera. La sobrepesca. Piscicultura marina. Las cartas de pesca	IV - 7
CAPÍTULO XXXIV.—Puertos y barcos pesqueros	IV - 14
CAPÍTULO XXXV.—Los procedimientos de pesca. Aparejos y otros procedimientos de pesca diferentes de las redes	IV - 23
CAPÍTULO XXXVI.—Las artes de red. Otros procedimientos de pesca	IV - 29
CAPÍTULO XXXVII.—Importancia de la pesca en España. Su fomento y protección. Principales pesquerías españolas y extranjeras	IV - 48
CAPÍTULO XXXVIII.—La composición química y el valor alimenticio del pescado. CAPÍTULO XXXIX.—Procedimientos de conservación del pescado. Industrias del frío, ahumado, deshidratación y enlatado	IV - 56
CAPÍTULO XL.—Los subproductos de la pesca	IV - 72
CAPÍTULO XLI.—Los vegetales marinos útiles al hombre	IV - 76

QUINTA PARTE

LEGISLACION Y ORGANIZACION SOCIAL, TECNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA PESCA

CAPÍTULO XLII.—Razones y fundamentos de la legislación referente a la pesca. CAPÍTULO XLIII.—Los organismos rectores, asesores, investigadores y culturales relacionados con las actividades de la industria pesquera	V - 1
	V - 8

