
 SOCIEDAD DE OCEANOGRAFIA DE GUIPÚZCOA

 DE OCEANOGRAFIA

 EL SENO DEL MAR Y SUS MISTERIOS

A la Sociedad de Oceanografía de Guipúzcoa.

I

El fondo del mar. — Inmensidad de los espacios oceánicos. — Los primeros habitantes de los abismos submarinos que fueron conocidos. — El mundo revelado por las exploraciones oceanográficas. — Condiciones físicas reinantes en las grandes profundidades. — La presión y sus efectos. — La luz y su distribución. — Zonas que resultan. — La temperatura y sus variaciones. — Consecuencias. — Oxígeno disuelto. — La fauna abysal y la de las capas superiores.

SABIDO es que, gracias a la iniciativa y munificencia de S. A. S. el Príncipe de Mónaco, existe hoy un mapa bastante completo y detallado de la porción del globo terrestre cubierta por el mar.

En dicho mapa aparecen, pues, marcados los detalles del fondo del océano, pudiendo así advertirse que tal fondo presenta en sus accidentes bastante semejanza con la superficie de la tierra; esto es, que se encuentran también cadenas de montañas, valles y llanuras, profundos barrancos y hasta volcanes cuyos cascos no llegan a asomar sobre el nivel de las aguas.

El Oceano Atlántico, por ejemplo, cubre dos extensísimos valles. Uno de ellos se desarrolla entre las islas de Cabo Verde y las Azores y es de gran profundidad, como que su suelo se halla a una hondura media de 6.500 a 7.000 metros. Alcanza este valle hasta cerca de Europa y termina junto a las Islas Británicas, en cuya región se eleva la

cresta o cadena submarina que separa el Atlántico, propiamente dicho, del mar del Norte.

El otro valle se extiende casi paralelamente al anterior, del cual está separado por otra cordillera cuyas crestas son las mismas islas Azores. La profundidad media de este valle es de unos cinco mil metros.

Sobre la elevación terrestre que constituye la separación de los dos grandes valles, el agua del mar nunca pasa de una altura de unos tres mil metros, y al Norte de dichos valles el fondo se eleva también bastante, de suerte que el mar es poco profundo. Entre Groenlandia y la Islandia existe una gran llanura cubierta por las aguas y en la que no se presenta ninguna depresión digna de notarse.

Pero las mayores profundidades del mar no se encuentran en el Atlántico, sino en el Pacífico. Cerca de las costas de Nueva-Zelanda se hallan unos tremendos barrancos cuya profundidad llega cerca de los nueve mil metros; y entre el Archipiélago de las Carolinas y el de las Marianas, se encuentra otro valle aún más profundo; en él, cerca de la isla Guam, se ha encontrado la mayor hondura hasta ahora conocida, pues llega a 9.636 metros. Por consiguiente, si se supusiese sumergida en aquel sitio la más alta montaña del globo, el Everest en las Himalayas, que mide 8.840 metros de altitud, quedaría totalmente bajo el mar y aún le faltarían unos ochocientos metros para asomar la cúspide a flor de agua.

Se advierte, además, que las masas continentales terrestres no forman, por lo general, pendientes rápidas hacia el Océano, es decir, que las grandes profundidades no se presentan bruscamente junto a las costas de la tierra firme, sino en casos excepcionales. Lo común es que, a partir de dichas costas, las tierras se extiendan, por más o menos distancia, descendiendo bajo las aguas litorales hasta una profundidad de 150 a 200 metros, para luego bajar rápidamente a los grandes abismos.

En conjunto, resulta para profundidad media del Océano la de 4.000 metros, es decir, que si se rellenasen las grandes honduras con las cordilleras y mesetas submarinas, resultaría por todas partes el mar con el fondo a una profundidad uniforme de unos cuatro kilómetros. Y como los mares ocupan próximamente las tres cuartas partes del globo, el volumen de la masa de agua que forma todos los océanos, se puede calcular en unos mil quinientos millones de kilómetros cúbicos, lo cual da una idea de la inmensa grandeza del mar.

Así, pues, los océanos, por su extensión superficial y su profundi-

dad, ofrecen para la vida orgánica un campo muchísimo mayor que el que presentan el mundo terrestre y las primeras capas de la atmósfera. Pero ¿se halla poblado el mar de seres vivientes en toda su extensión? La vida, tanto animal como vegetal, ¿se halla limitada a las regiones superiores del mar o se desarrolla a todas profundidades hasta en lo más hondo de los abismos submarinos?

Hasta hace menos de un siglo se creía que la vida animal y vegetal se hallaba confinada en el Océano a las capas superficiales, esto es, a las comprendidas entre la superficie libre y una profundidad de unos trescientos cincuenta o cuatrocientos metros. Se suponía que más abajo ya no alcanzaba el menor vestigio de la luz solar y por la enormidad de la presión que aumenta una atmósfera por cada diez metros de profundidad, había de hacer imposible la existencia de seres organizados. Se admitía, por lo tanto, que en el seno del mar, pasados los referidos cuatrocientos metros, reinaban las tinieblas más completas y la más espantosa soledad.

Pero ocurre que en la costa francesa de Niza y sus inmediaciones la pendiente del litoral es muy rápida, por causa de la proximidad de los Alpes; de suerte que la zona o meseta de poca profundidad es muy estrecha, encontrándose muy pronto los grandes fondos. Los pescadores de aquella región se han visto obligados a emplear artes que alcanzan a gran profundidad y con éstos han sacado de cuando en cuando algunos peces rarísimos, de especies completamente desconocidas y de aspecto totalmente distinto del que ofrecen los demás peces con que las gentes de mar se hallan familiarizadas. Risso, farmacéutico de Niza, que vivió hace unos cien años, describió algunos de estos raros ejemplares y pasaron muchos años antes de que se apreciara su verdadera significación. Han sido precisas las exploraciones oceanográficas de estos últimos tiempos para llegar a saber que los peces extraños que describió Risso eran moradores morenales de las profundidades del mar, y que en los abismos submarinos existe un mundo viviente del que aquéllos eran unos pocos representantes. Las expediciones del *Challenger*, del *Black* y del *Albatros*, del *Travailler* y del *Talismán*, seguidas después por las del *Valdivia* y del *Planet*, por las recientes del *Michael Sars* y del *Deutschland*, así como las repetidas y muy interesantes efectuadas por el Príncipe de Mónaco, han tenido por resultado lograr una de las conquistas más brillantes de la biología moderna, es decir, descubrir ese mundo ignorado de los abismos oceánicos.

La fauna marina de las grandes profundidades difiere mucho, en efecto, de la de las capas superficiales. El extraño aspecto de aquellos peces rarísimos que Risso describió, tenía y tiene su razón de ser. Las condiciones del medio en las regiones profundas del mar son tan distintas de las que se presentan en los primeros cuatrocientos metros, que los organismos adaptados para vivir en los abismos han de ser también muy diferentes de los que pueblan las capas superiores.

Considérase, en primer lugar, la presión. Ésta aumenta próximamente en una atmósfera por cada espesor de diez metros de agua, de modo que a los cuatrocientos metros de profundidad es ya de cuarenta y una atmósferas. Aterra el pensar lo enorme de la presión en las regiones que estén a miles, de metros de la superficie. Parece imposible, verdaderamente, que puedan allí existir organismos sin ser aplastados por presiones tan formidables. Sin embargo, la realidad es que a las grandes profundidades viven multitud de seres resistiendo la presión que sobre ellos se ejerce en todos sentidos por el mismo mecanismo que los animales y plantas terrestres resisten o contrarrestan la presión atmosférica, a saber, por la tensión de los gases existentes en todos sus tejidos. Así, pues, los seres que habitan en los abismos del mar se hallan dispuestos, desde el germen de donde provienen, para equilibrar la presión exterior neutralizando sus efectos, de tal manera que la disminución de presión es lo que les perjudica; lo mismo que ocurre a los hombres cuando se elevan a altas regiones en la atmósfera. Es, en efecto, frecuente ver que los peces de las grandes profundidades, remontados por las dragas a la superficie del mar, pierden sus escamas; sus tejidos se hacen frágiles y se desprenden a pedazos; su vientre se hincha por la distensión interior resultante de haber disminuído la presión externa; sus vísceras, desencajadas de sus cavidades propias, asoman por la boca del animal; en una palabra, la enormísima tensión a que se hallan los gases que albergan aquellos organismos, contrarrestada morenalmente en las grandes profundidades por las formidables presiones que allí reinan, no encontrando en las capas superficiales, ni al aire libre, fuerza exterior que se oponga a ella, hace que las cavidades se dilaten de un modo exagerado, que los tejidos se distiendan y dislaceren, que todo el organismo se destroce. Así, pues, sólo la presión del medio ambiente exige que la constitución de los animales de las grandes profundidades submarinas sea muy distinta de las que tengan los que habitan las capas más próximas a la superficie.

Veamos, ahora, la influencia de la luz. Hasta estos últimos años se venía admitiendo, apoyándose en algunos hechos de observación directa, que la luz del día no penetraba en las aguas del mar más abajo de los 350 metros. A mayor profundidad debía, según esto, reinar una noche eterna y uniforme disipada sólo ocasionalmente y en reducidos espacios por el débil fulgor desprendido por alguno de los animales fosforescentes que habitan en el seno del Océano. Pero exploraciones recientes, y en especial las practicadas por los naturalistas noruegos a bordo del *Michael Stars*, demuestran que no es así y que la acción de las radiaciones solares es más complicada de lo que pudiera creerse, determinando en la profundidad del mar zonas muy distintas.

Sabido es por la Física que los rayos del Sol contienen varias clases de radiaciones, a saber: térmicas, luminosas propiamente tales y ultravioletadas. Las primeras son detenidas en la superficie de las aguas contribuyendo a elevar la temperatura de éstas. Las segundas penetran ya a bastante profundidad. Pero estas radiaciones luminosas o visibles son, a su vez, bastante complejas. Lo que llamamos luz blanca o morenal resulta del efecto simultáneo de las radiaciones rojas, anaranjadas, amarillas, verdes, azules y violadas que distinguimos en el espectro solar. Estas diversas radiaciones se diferencian unas de otras en la longitud de la onda y en la rapidez de la radiación, consecuencia de lo cual es tener propiedades distintas y entre ellas diferente poder de penetración a través de las aguas del mar. Hasta un centenar de metros de espesor penetra una porción de cada una de estas clases de radiaciones, porción mayor o menor según la inclinación con que llegan los rayos luminosos a la superficie del mar y la cantidad y calidad de las sustancias que éste tenga en disolución y en suspensión; pero ello es que penetrando hasta ese centenar de metros todas las clases de radiaciones del espectro luminoso, puede decirse que lo que atraviesa el agua es la luz blanca o morenal. Existe, pues, una zona superficial de unos cien metros de espesor, suficientemente iluminada por la luz natural y a la que alcanzan las variaciones de luminosidad del día y de la noche.

Pero, a medida que los rayos de luz van penetrando en las aguas y perdiendo lenta y progresivamente de intensidad, se va presentando otro efecto muy interesante. Como las distintas clases de radiaciones tienen, según queda dicho, diferente poder de penetración, ocurre que las primeras que quedan totalmente detenidas son las rojas, las cuales alcanzan muy poco más de los indicados cien metros; el resto de las

radiaciones continúa penetrando, pero las anaranjadas no pasan de los quinientos metros, y a partir de esa profundidad la luz se halla también desprovista de ellas. Las radiaciones amarillas y verdes son, a su vez, detenidas algo más hondo; pero las azules y violadas aun ejercen acción manifiesta a profundidades de unos mil metros. Avanzando algo más hacia el abismo, estas últimas llegan a quedar completamente extinguidas y puede decirse que desde las capas en que tal acontece, reina ya la total obscuridad.

Mas queda aún otro grupo de radiaciones solares, distintas de las térmicas y de las luminosas, mucho más refrangibles que éstas y dotadas de mayor poder de penetración. Son las ultravioladas que, aun cuando invisibles, tienen en otros conceptos una energía notabilísima y que, por lo tanto, han de ejercer influencia positiva en toda la región adonde alcancen. Según las investigaciones del *Michael Stars*, las radiaciones ultravioladas pueden penetrar hasta profundidades de más de setecientos metros; de suerte que hay en el mar una zona totalmente oscura, porque ya no llegan a ella las radiaciones luminosas o visibles, pero en la que todavía ejercen su influencia una porción de las radiaciones solares, cuales son las que constituyen los rayos ultraviolados. Así, pues, la acción del Sol, en una o en otra forma alcanza hasta profundidades próximas a los dos mil metros. A partir de tal nivel los abismos submarinos, sumidos en la noche eterna, constituyen como un mundo aparte del que es directamente favorecido y animado por las acciones caloríficas, luminosas, actínicas y químicas del Sol.

Resulta, en definitiva, que las sucesivas capas de las aguas del mar van actuando con respecto a las radiaciones solares como cribas clasificadoras, deteniendo unos tras otros y a distintos espesores los diferentes rayos y, por este concepto, puede considerarse dividido el mar, partiendo de arriba abajo, en cuatro zonas bien distintas.

1.^a La zona superficial, de poco más de cien metros de espesor, en la que se difunden todas las radiaciones que constituyen la luz blanca y donde, por lo tanto, es posible la vida animal y vegetal en condiciones análogas (por lo que a la luz se refiere), a las que ofrece la superficie terrestre. La presión va creciendo en esta zona desde una a once o doce atmósferas.

2.^a Zona iluminada parcialmente por las radiaciones particulares que no van quedando detenidas en su paso a través del agua. Esta zona se extiende, a partir de la anterior, hasta más de mil metros de

profundidad. En sus capas más altas, se asemeja algo a la primera, porque, aun cuando le faltan ya radiaciones rojas, existen las anaranjadas unidas a las restantes del espectro. La luz ambiente en dichas primeras capas debe ofrecer un matiz verdoso; después, creciendo la profundidad, la luz se irá debilitando considerablemente aunque de un modo gradual y adquiriendo un tinte azulado que, al fin, se cambiará en violeta que se amortiguará lentamente hasta desaparecer dejando el campo a las tinieblas. En toda esta región la presión irá aumentando desde unas doce atmósferas hasta pasar del centenar.

3.^a Zona influida solamente por las radiaciones ultravioletadas invisibles. Comprende las capas de agua situadas bajo la zona anterior y hasta cerca de los dos mil metros de profundidad. En toda esta región la obscuridad es completa, pero aun alcanza a ella la influencia de la radiación solar ejercida por las mencionadas radiaciones ultravioletadas. La energía actínica y química de estas radiaciones, puede producir efectos marcados en los organismos a que alcance y aun es posible que se transforme en otras formas de energía. La presión irá creciendo en esta zona desde más de cien atmósferas, hasta doscientas próximamente.

4.^a Zona adonde ya no alcanza directamente la actividad solar por ningún concepto. Se extiende esta región desde el nivel de los dos mil metros hasta las mayores profundidades. Las tinieblas en ella han de ser absolutas y seguramente allí no existe energía solar transformable. La presión es superior a doscientas atmósferas. Esta es la verdadera zona abysal o de los grandes abismos submarinos.

Claro es que donde el mar no alcance la profundidad suficiente, no se presentarán todas estas zonas.

Además de los efectos de la presión y de la distribución de la luz, hay que considerar los de la temperatura.

Las aguas superficiales experimentan grandes variaciones caloríficas durante el día y la noche y en el curso del año, según las estaciones. No sucede así en las aguas de las grandes profundidades. Éstas suelen presentar en cada lugar y a cada nivel un grado constante o muy poco variable en su temperatura. Hay, sin embargo, que tener en cuenta algunos casos especiales. Los mares estrechos y casi cerrados, tienen en las regiones inmediatas al fondo sus aguas templadas y a mayor temperatura, durante el invierno, que en las capas superficiales. Las del Mediterráneo acusan uniformemente de 13° a 14°, las del mar Rojo 21°. Pero esto no es lo general. Los abismos de los grandes Océanos con-

servan una temperatura más baja. Según Murray, las aguas en que el termómetro marca de 0° a 4°, forman el 92 por 100 de la masa total de los mares. No obstante, dentro de muy estrechos límites, la temperatura de estas inmensas capas de agua fría no es uniforme. Capas de agua menos fría se superponen, a veces, a capas de temperatura más baja, resultando cambios y alteraciones que se traducen por corrientes más o menos extensas y de muy distinta velocidad.

Es decir, que no debe creerse que las aguas de los grandes abismos se hallan eternamente estancadas en ellas. Podrá acontecer esto, por excepción, en algunas regiones en donde la topografía del fondo así lo determina; pero lo común es que grandes corrientes ascendentes, descendentes y laterales agiten sin cesar la colosal masa líquida que constituye los océanos. Estas corrientes deben su origen a diferencias de temperatura y de salinidad. Cuando en invierno, en las latitudes medias y elevadas, el agua de la superficie se enfría hasta temperaturas próximas a 4°, irán aumentando de densidad y, por lo tanto, descenderá a las regiones inferiores para ser reemplazada por otra más templada, o sea menos densa, procedente del fondo o de regiones laterales más calientes. Así se producen corrientes de arriba a abajo y de abajo arriba, en unos casos, y laterales en otros. De este modo se va renovando el agua en casi todas las regiones del Océano. Algunas de estas corrientes transportan consigo plankton en abundancia y llevan elementos nutritivos a los organismos que se hallan en las zonas por donde pasan; otras, al contrario, no llevan plankton y privan de la correspondiente alimentación a los seres que habitan las regiones adonde alcanza su influencia. De esta suerte, las corrientes que agitan el interior de la masa líquida de los mares, por las variaciones de temperatura que ocasionan y las facilidades o dificultades de alimentación que motivan en las diferentes regiones submarinas, pueden provocar emigraciones de los organismos en unas regiones o determinar la abundancia o escasez de seres vivientes en otras.

En todo caso, estos movimientos de agua del mar, producidos por las diferencias de densidad, debidas a variaciones de temperatura y salinidad, constituyen uno de los factores que hay que tener en cuenta para la distribución de los organismos que habiten en el seno del Océano.

Otro factor es el oxígeno disuelto, en las aguas. Este elemento es preciso para la respiración; sin él la vida animal sería totalmente impo-

sible. Ahora bien; el mencionado gas no se encuentra disuelto en la misma proporción a todas las profundidades. Según las determinaciones hechas por los naturalistas del *Valdivia*, las aguas superficiales hasta los cincuenta metros de profundidad contienen, en cada litro, ocho centímetros cúbicos de oxígeno disuelto. Desde los cincuenta a los ochocientos metros contienen la mitad solamente, o sea, cuatro centímetros cúbicos por litro, medidos, claro está, a la presión de una atmósfera y a 0° de temperatura. Más abajo de los ochocientos metros la proporción de oxígeno disuelto se eleva en poco, pero no llega a las cifras que en las capas superficiales. El término medio del oxígeno disuelto a profundidades mayores de ochocientos metros, es de cinco centímetros cúbicos y medio por litro de agua.

Ocurre, sin embargo, que en algunos sitios esta proporción de oxígeno se encuentra disminuída o contrarrestada por la obra de ciertos microorganismos o por la descomposición de materiales orgánicas. En el fondo del mar se depositan, en efecto, despojos y restos más pesados que el agua procedentes de los seres que viven en las capas superiores. Así lo demuestran los dragados que se han hecho de los fondos profundos, sacándose conchas de moluscos, esqueletos y caparazones silíceos y calizos de muchos organismos marinos, algunos diminutos, casi microscópicos. Estos restos cadavéricos pueden llevar, y llevarán seguramente en muchas circunstancias, porciones de materia orgánica que, al descomponerse, da origen a gases como el hidrógeno sulfurado, hidruros de carbono y ácido carbónico. Hay microbios que trabajan en estas descomposiciones cuyo resultado final es consumo de oxígeno, con lo cual la cantidad que de ésta hubiera de hallarse disuelta, se encuentra total o parcialmente reemplazada por los mencionados gases, de forma que las capas de agua en que no se verifica quedan como intoxicadas y la vida animal en ellas es imposible. El mar Negro ofrece uno de los casos notables por este concepto. En las capas superficiales de este mar, la cantidad de oxígeno disuelta y todas las demás circunstancias permiten que la vida orgánica se desarrolle en abundancia. Pero a los ciento ochenta o doscientos metros de profundidad comienza a manifestarse la producción de hidrógeno sulfurado, que va aumentando progresivamente a niveles más bajos hasta hacer imposible toda vida morenal. Por esta razón las regiones profundas del mar Negro se hallan completamente desiertas.

Este rápido examen de las circunstancias diversas que influyen para

determinar las condiciones del mar como medio ambiente, hace ver que el Océano, en su inmensa extensión, no es un medio homogéneo, y que, aparte de las diferencias que en sus capas superficiales puedan presentar los distintos mares en temperatura y salinidad por efecto de la latitud, de las corrientes, de la configuración del litoral y de las tierras que los limiten, debe considerarse dicho Océano, en general, dividido de alto a bajo en dos regiones totalmente distintas, en las que las condiciones del medio ambiente difieren por completo, constituyendo, por decirlo así, dos mundos diferentes; a saber: la región de las grandes profundidades, adonde no llega la acción directa de las radiaciones solares y donde las presiones son enormes; y la región superficial, sometida en grados distintos a la influencia del Sol y con presiones mucho menores. Tan marcadas diferencias en el medio ambiente, tienen que imprimir sello y carácter en los organismos propios de cada región y por esto la fauna de los grandes abismos submarinos tiene que ser totalmente distinta de la que puebla las capas superficiales. Estos dos mundos oceánicos no se hallan separados bruscamente; se pasa del uno al otro de un modo gradual, insensible, existiendo, así, una extensa zona intermedia en la que puedan penetrar, ascendiendo, algunos de los organismos de las capas profundas y, descendiendo, no pocos de los que morenalmente habitan las capas superficiales. Hállanse, además, en dicha zona intermedia, seres especialmente adaptados para vivir en ella, de lo que resulta una fauna mixta, heterogénea.

Las grandes diferencias se hallan, pues, entre la región de los profundos abismos submarinos y la que constituyen las capas más próximas a la superficie. La fauna de la primera, casi totalmente desconocida hasta bien entrado el siglo XIX, ha ido siendo revelada por las exploraciones oceanográficas. Falta, indudablemente, muchísimo para llegar a su conocimiento completo, pero lo ya averiguado basta para poner de manifiesto las maravillas que el mar encierra en lo más hondo de su seno, y cuán prodigiosos son los recursos de la Naturaleza para lograr el desarrollo y conservación de la vida en las condiciones físicas más diversas.

(Continuará.)

VICENTE VERA

SOCIEDAD DE OCEANOGRAFIA DE GUIPÚZCOA

DE OCEANOGRAFIA

EL SENO DEL MAR Y SUS MISTERIOS

II

Variedad de formas en la fauna abysal. Especies ictiológicas abysales conocidas.—Sus caracteres peculiares.—Color.—Conformación de cuerpo.—La luz del fondo del mar.—Animales fosforescentes.—Aparatos fotogénicos.—Transformada de la energía solar por los animales submarinos.—La fauna luminosa.

Del examen hecho acerca de las diversas condiciones físicas que el mar presenta a distintas profundidades, resulta que en los grandes abismos submarinos la capacidad del medio ambiente para mantener la vida orgánica, es bastante menor que en las capas superficiales. Sin embargo, no existe allá, en lo hondo, una uniformidad constante, ni en el tiempo ni en el espacio, por lo que se refiere a la constitución del medio. Aunque dentro de pequeños límites se producen variaciones de temperatura, existen corrientes que renuevan las capas de agua y ocasionan, seguramente, alteraciones en su salinidad y en el plankton que vaya en suspensión. Todo esto ha de hacer que la vida en lo profundo del mar, aunque no tan rica en manifestaciones como en las regiones altas, no deja de ofrecer diversidad de aspectos, es decir, que la fauna abysal no ha de ser tan pobre en variedad de formas como seguramente lo sería si en los abismos submarinos reinase una constante uniformidad en las condiciones físicas y químicas del medio.

Hace unos cincuenta años, las especies conocidas de peces propias de las grandes profundidades, apenas si llegaban a algunas decenas. Las primeras exploraciones oceanográficas las elevaron en seguida a centenares y hoy se cuenta más de un millar, cifra muy elevada si se tiene presente que el número total de especies de peces conocidas en todo el planeta, es próximamente veinte mil.

La fauna de las grandes profundidades submarinas no se limita sólo al grupo de los peces; comprende también protozoarios de formas muy variadas, numerosos celentéreos, equinodermos, moluscos y crustáceos.

El millar de especies ictícolas abysales se distribuye en unos trescientos géneros, que pertenecen a cincuenta y dos familias diferentes. Teniendo en cuenta el total de las especies comprendidas en cada familia y cuáles de estas especies habitan los grandes fondos y cuáles las capas superficiales, se advierte que hay, en efecto, familias de peces que se adaptan muy bien a los abismos submarinos, pues muchas de sus especies habitan en éstos, mientras que hay otras que apenas tienen representantes en la fauna abysal. La mayor parte de las primeras corresponden a los grupos de los analopterigios y de los ápodos; casi todas las segundas pertenecen a los acantópteros. Son muy numerosas las familias mixtas, es decir, que tienen representantes en todas las regiones del mar y la mayor parte de los órdenes de peces contienen algunas de estas familias mixtas.

Esto quiere decir que la fauna abysal comprende peces de muchas categorías, los unos pertenecientes a casi todos los géneros de una familia; los otros correspondientes a géneros muy contados de familias determinadas. Esto parece indicar que la fauna ictícola de los grandes fondos se ha ido formando, en periodos sucesivos, por efecto de una emigración continua de los peces de las capas superficiales y del litoral hacia las capas profundas, al mismo tiempo que los fondos del mar han ido descendiendo bajo la acción de movimientos orogénicos. Así resulta que la fauna abysal contiene formas muy antiguas al lado de otras muy recientes.

Además, los peces de las grandes profundidades difieren forzosamente unos de otros, según los grupos a que pertenecen, lo mismo que ocurre con los que habitan las capas superficiales del mar y los que pueblan las aguas dulces. Cada orden, familia, género o especie posee, según su importancia propia, su aspecto y su estructura anatómica pe-

culiars. Pero estas diferencias esenciales, siempre enmascaradas por la uniformidad de la conformación general que todos los peces tienden a presentar, están más disimuladas aún en los peces de las aguas profundas que en los demás. Todos los que habitan los grandes abismos, a pesar de las diferencias importantes que puedan presentar, ostentan analogías evidentes de aspecto y conformación; todos ellos llevan, por decirlo así, el sello de vivir en las grandes profundidades oceánicas.

Esto se nota mucho en el color del cuerpo. Las especies vivientes en las capas superficiales, presentan, por lo común, colores brillantes y abigarrados. Los matices del dorso, del vientre, de los costados y de la cabeza, suelen ser distintos y ostentan manchas, puntos y aun dibujos características. Nada de esto ocurre con las especies de los abismos submarinos. En todas ellas el cuerpo aparece de un matiz uniforme, generalmente oscuro, con la misma intensidad en el dorso que en el vientre, en la cabeza que en el tronco. Este matiz corresponde a uno de estos dos tipos: al rojizo más o menos puro o lavado de gris o pardo rojizo, o bien al pardo azulado muy oscuro que algunas veces llega a ser completamente negro.

La coloración rojiza corresponde a las especies que habitan las profundidades medias, es decir, a la región adonde sólo alcanzan las radiaciones violadas y ultravioladas; la coloración pardoazulada o resueltamente negra, es propia de las especies que viven en las capas donde no llega ninguna radiación solar.

Otro carácter que se presenta con frecuencia en los peces de los grandes abismos, es el desarrollo enorme de la cabeza y de la boca, que a menudo aparece coronada de dientes formidables prolongados, formando verdaderos garfios. Esto da a algunas especies un aspecto tal de ferocidad como no se presenta en ningún otro grupo de animales. Los eurofaringios y demás géneros de la familia de los sacofaringidos, tienen la cabeza más voluminosa que el resto del cuerpo, la boca hendida de un extremo a otro de la cabeza y van provistos de una bolsa extensible situada bajo la mandíbula inferior, de suerte que pueda albergar presas enormes cogidas de un solo bocado.

No vaya a creerse, sin embargo, que tal disposición es propia de todos los peces abysales; abundan también mucho los de cabeza pequeña y dientes menudos y débiles; y, en cambio, hay especies litorales de cabeza muy grande y boca muy hendida, como sucede, por ejemplo, a las del género *Lophius*. No re puede, pues, generalizar, en

lo que se refiere a este carácter; pero sí hay que reconocer que, faltando los vegetales en las grandes profundidades del mar, los seres que allí habitan están obligados a devorarse unos a otros para poder nutrirse. La obscuridad de los abismos submarinos oculta, pues, una lucha horrorosa y continua, en la que los animales de aquellos antros se cazan unos a otros sin cesar para procurarse el alimento que necesitan. Las circunstancias son análogas a las que ofrecería una comarca terrestre habitada tan sólo por animales carnívoros bien armados de garras y dientes formidables.

Otra particularidad muy notable de los peces que habitan en las grandes profundidades, consiste en el enorme desarrollo que los ojos adquieren en muchos de ellos. En algunos, estos órganos llegan a salir fuera de las órbitas presentándose como apéndices o varillas que se dirigen hacia arriba y hacia adelante, y han recibido entonces el nombre de *ojos telescópicos*. La estructura interna de estos órganos no difiere mucho de la que presentan los ojos ordinarios, salvo las variaciones de aspecto y que el pigmento retiniano está algo más diseminado.

Algunos biólogos creen encontrar una relación entre estas disposiciones de los ojos y la obscuridad del medio. Los ojos voluminosos son susceptibles de recibir, merced a su amplitud, la mayor cantidad posible de los escasos rayos luminosos que atraviesan las aguas; y los ojos telescópicos, que se presentan yustapuestos uno al lado del otro, como los tubos de los gemelos de teatro, procuran, al animal que está provisto de ellos, una visión estereoscópica que les permite distinguir los detalles y relieve de los objetos próximos; cosa difícil para los peces ordinarios, que tienen los ojos separados uno a cada lado de la cabeza. Parece, pues, que en dichos ojos telescópicos se ve el resultado de una adaptación al medio de las más perfectas y llevada hasta el grado mayor posible de eficacia.

Sin embargo, si se pasa revista a toda la fauna conocida de las grandes profundidades submarinas se advierte, como respecto a las dimensiones de la cabeza, que no hay uniformidad; lo único que puede apreciarse es que el tanto por cierto de especies con ojos voluminosos, es mayor en los peces de aguas profundas que en los de las superficiales. Además, en todas las especies ictícolas se advierte que en el estado embrionario los ojos son siempre muy grandes con relación al cuerpo del animal; pero, después, durante el crecimiento de éste, los ojos se van quedando más reducidos, relativamente, porque crecen

mucho menos que las demás regiones del cuerpo. En las crías, aunque tengan bastante tiempo, se nota este desarrollo precoz de los ojos. Así, pues, en este concepto parece que las especies abysales tienden a conservar en la edad adulta una conformación que poseen, como todas las demás especies, en la época embrionaria. Hay, pues, imperfección en el desarrollo, no la adquisición de una facultad o propiedad nueva.

Algo semejante puede decirse respecto a la significación de los ojos telescópicos. En primer lugar las especies que los presentan están en minoría; además la presión de tales órganos no es exclusiva de peces que habitan los grandes fondos. Hay crustáceos de aguas superficiales con los ojos apendiculares; los peces martillos llevan los ojos en las expansiones laterales que presenta su cabeza y hay un animal de agua dulce que ha recibido el nombre de *pez telescopio*, precisamente por tener grandes ojos en forma de apéndices fuera de las órbitas.

En suma, se puede decir, que bajo ciertos aspectos muchas formas abysales o algunos de sus órganos presentan una facial teratológica que indica un desarrollo parcial imperfecto o en sentido anormal.



De todos modos, en las capas más profundas, donde sólo alcancen ya los rayos ultraviolados, que son invisibles, o adonde no llegan ni aun estas últimas radiaciones solares, ¿de qué pueden servir los ojos? Allí donde la obscuridad sea completa, ¿cómo van a funcionar órganos visuales de ninguna clase? Sabido es que los peces y demás animales que habitan en los lagos de las cavernas subterráneas donde reinan tinieblas absolutas tienen los ojos atrofiados, es decir, son completamente ciegos. Lo mismo debía suceder con los seres que habitan en los abismos submarinos, adonde no llegue jamás vestigio alguno de la luz solar.

Pero no ocurre así; al contrario, según antes queda expuesto, es considerable el número de peces de la fauna abysal que tienen los ojos muy voluminosos, y no pocos los que los tienen telescópicos, indicando, en ambos casos, un ejercicio de esos órganos. ¿Cómo se puede efectuar ese ejercicio en las capas de agua adonde ya no alcancen las radiaciones luminosas?

Aquí aparece una de las manifestaciones más curiosas de los recursos de la Naturaleza, uno de los aspectos o caracteres más notables que ofrece la vida al desarrollarse en el seno del mar.

En la superficie de la tierra, bañada por la luz del sol, son casos raros los seres capaces de producir por sí mismos radiaciones luminosas; en cambio, en el seno del mar los seres fosforescentes son muy numerosos. Muchos animales, tanto de los que viven en las aguas superficiales, como de los que habitan en las capas profundas, así entre los que nadan libres, como entre los que se encuentran fijos, tienen la facultad de emitir rayos luminosos, propiedad que se extiende también a algunos protofitos. En una palabra, la fotogénesis, que es muy rara en los seres terrestres, es muy frecuente en los marinos. Por consiguiente, en aquellas regiones donde no alcanza la luz del sol o llega sumamente amortiguada, no faltan focos luminosos que disipen las tinieblas. Los numerosos animales fosforescentes que por tales profundidades pululan, son como astros errantes que, dotados de luz propia, alumbran los abismos del oceano.

La mayor parte de estos seres marinos fosforescentes emiten sus fantásticos fulgores de un modo uniforme y, salvo excitaciones locales, por casi toda la superficie de su cuerpo. Otros, y entre ellos se hallan muchos peces de la fauna abysal, los despiden solamente por aparatos especiales. Estos aparatos, en las rarísimas ocasiones que han podido ser observados en los animales vivos, tienen todo el aspecto de reflectores iluminantes, parecidos, aunque en pequeño, a los usados en la marina, en las plazas sitiadas, etc. Aun después de la muerte del animal, la estructura particular de tales órganos, con sus placas brillantes reflectoras, indica bien claramente la función que desempeñaban. Aparatos de esta clase no solamente las presentan animales del grupo de los peces, sino también diversos crustáceos y moluscos cefalópodos.

Estos órganos luminosos no tienen, sin embargo, una estructura completamente idéntica en todos los seres que los presentan. Teniendo en cuenta su situación y organización, pueden clasificarse en cuatro categorías. Los hay que estan colocados al extremo de tentáculos o aletas; otros en la cabeza del animal y próximos a los ojos; en algunos aparecen sobre el tronco y no faltan los casos en que estan dispuestos en filas longitudinales. La parte que produce las radiaciones luminosas es siempre una masa o conglomerado de células glandulares cuyo origen ectodérmico y la manera de desarrollarse indican una analogía fundamental con las glándulas ordinarias de los tegumentos. A este conglomerado acompañan generalmente varios elementos accesorios, como son: una envoltura pigmentaria, que rodea toda la masa glan-

dular, excepto por el lado que mira al exterior; un reflector, que envía en direcciones determinadas los rayos luminosos; y un cuerpo diáfano, a modo de lente, que es atravesado por dichos rayos antes de que éstos salgan al medio ambiente. El órgano así dispuesto presenta, en lo esencial, una estructura muy semejante a la de un ojo; y su función hace mayor aún la analogía, pues no es dudoso que establece relaciones entre el organismo y la energía luminosa. Así, mediante estos aparatos, los animales que los poseen pueden iluminar los espacios circundantes y columbrar a distancia los seres que hayan de servirles de presa; pueden también reconocer, a lo lejos, a sus enemigos o competidores y evitar su encuentro, y distinguir a sus congéneres de diferente sexo para aproximarse a ellos.

Ahora bien, casi todos los grandes grupos zoológicos tienen representantes en los seres fosforescentes submarinos. Son numerosas las especies de protozoarios, celenterios, equinodermos, crustáceos, moluscos y peces en las que se manifiesta la facultad fotogénica; y, como ya queda dicho, se encuentran seres de esta clase a diversos niveles de las aguas del mar; los hay, pues, en las capas más superficiales; los hay en los grandes abismos. Por consiguiente, no puede decirse que la propiedad luminosa corresponda solamente a los animales que habitan en ambiente oscuro. La mayoría de ellos no desciende más allá de los dos mil metros; pero hay bastantes que penetran en capas más profundas. Son muchos los que ordinariamente habitan la región adonde sólo llegan las radiaciones ultravioladas, región morenalmente en tinieblas porque tales radiaciones no son luminosas. En los que se hallan en este caso podría creerse que el origen de la facultad fotogénica está en que tales seres realizan la transformación de las radiaciones ultravioladas invisibles, en otras radiaciones de mayor longitud de onda y, por lo tanto, visibles. Los físicos consiguen este efecto en sus gabinetes mediante soluciones de sulfato de quinina.

Lo mismo podrá decirse de los animales marinos fosforescentes que viven en capas parcialmente iluminadas por radiaciones solares visibles; porque a estas radiaciones acompañan las ultravioladas, que luego son detenidas o absorbidas a mayores profundidades.

Pero y en los animales que moran en los abismos adonde ya no alcanza la energía solar en ninguna forma, ¿cómo se explica que engendren luz? (Será que sus organismos tengan la facultad de producir y emitir energía en forma luminosa, como los animales superiores tie-

nen la de producir y emitir calor? Y si muchos de los animales de los grandes fondos tienen esa propiedad fotogénica, ¿por qué no la han de poseer también los seres fosforescentes que habitan las capas más superficiales y los terrestres que gozan igualmente del privilegio de emitir luz propia?

El problema de la autofotogénesis no está resuelto todavía y, por consiguiente, hay que limitarse actualmente a consignar los hechos. Lo que éstos hacen patente, es que en los seres marinos la facultad de emitir luz es mucho más general que en los seres terrestres y que, por virtud de esta circunstancia, se realiza el prodigio de que los abismos del mar, en vez de hallarse perpetuamente sumidos en las tinieblas más profundas, se encuentran surcados por innumerables focos luminosos que los alumbran a trechos con sus fantásticos fulgores y que hacen posible el ejercicio de los órganos visuales que los habitantes de esas regiones ostentan.



Es oportuno e interesante indicar cuáles son los principales seres marinos que gozan de la facultad fotogénica.

Las *Gorgonias*, los *Isis*, las *Mopseas* y otros muchos celenterios, con sus políperos de ejes córneos o calizos, forman en los abismos oceánicos verdaderos bosques refulgentes de un efecto fantástico, animando de esta suerte aquellos antros tenebrosos adonde nunca llega la luz solar completa. A veces, los buzos que a la pesca del coral y de las esponjas se dedican, quedan maravillados ante el asombroso espectáculo que, en tales casos, presentan los misteriosos abismos del mar.

Hay otros celenterios curiosísimos llamados *penuátulas*, que forman políperos cuyo aspecto recuerda el de una pluma de ave, y que presentan propiedades fotogénicas muy notables, localizadas en los cordones gastrovasculares, es decir, en los ocho órganos en forma de cinta que por sus extremidades superiores rodean el orificio bucal y descenden a lo largo del estómago. A la menor excitación, sea mecánica, eléctrica o química, se produce en el cuerpo de las penuátulas, una verdadera descarga luminosa que se propaga de un modo regular desde el pie del polípero hasta la extremidad de las ramas, o inversamente. Este fenómeno luminoso tiene su asiento en unos glóbulos grasos que a la menor presión se reparten por todo el organismo, lo cual ha dado

motivo a creer que las diversas partes del pólipo eran igualmente fosforescentes.

El grupo de los calicofóridos presenta también numerosos ejemplos de animales fosforescentes, los cuales se reúnen en colonias flotantes a lo largo de un eje provisto de campánulas natatorias, ofreciendo el conjunto un aspecto de una belleza incomparable. Las granulaciones fotogénicas de estos seres tan extraños se originan bajo la influencia de una excitación, de un modo análogo a como se forman los cristales en una solución salina sobresaturada y que se somete a una sacudida o a un movimiento vibratorio. Esto aparece muy manifiesto en el *Hippopodius gleba*, animal de este grupo, y compuesto de una serie de segmentos semejantes en su forma a los cascos de los caballos, y transparentes como el cristal cuando el animal se halla tranquilo; pero que, en cuanto se toca el ectodermo, asiento de la producción luminosa, los plástidos que lo constituyen se hacen en seguida opalescentes a causa de la formación de una multitud de granulaciones que en la obscuridad emiten una magnífica luz de matiz azul celeste. Fenómenos semejantes se observan en las medusas como la *Cunina albescens* y la *Pelagia noctícula*, cuyos cuerpos, en forma de sombrilla graciosa y elegante, se reúnen a veces en gran número a lo largo del litoral mediterráneo.

La excitación del ectodermo de estas medusas, produce también la aparición de una luminosidad bastante intensa.

Abunda igualmente en el Mediterráneo otro grupo de seres muy curiosos, los ectenóforos, que son celenterios libres, cuyos movimientos de progresión son debidos, principalmente, a las oscilaciones de unas paletitas nialinas y pestañosas dispuestas en ocho series a lo largo de la periferia de su cuerpo. Hay también ectenóforos extendidos formando largas cintas, que se trasladan de un punto a otro del mar mediante fuertes movimientos ondulatorios. Uno de estos seres, el denominado *cinturón de Venus*, es transparente y ofrece un espectáculo precioso cuando su cuerpo, alcanzado por un rayo del sol, refracta y dispersa la luz en haces de diferentes colores que se reparten en todos sentidos, merced a las rápidas y caprichosas ondulaciones del cuerpo del animal. Durante la noche, los ectenóforos difunden su vago y misterioso fulgor en medio de las sombras submarinas, donde se agitan y pululan millones de organismos provistos de ojos rudimentarios, cuya función se sostiene precisamente mediante la existencia de la lumino-

sidad que los ectenóforos y otros animales fosforescentes desprenden en aquellos lugares.

Entre los equinodermos luminosos merecen citarse las *estrellas de mar*. Cuando estos seres son heridos por otros animales marinos, se les ve huir, dejando tras de sí una ráfaga luminosa parecida a la cola de los cometas y producida por la fosforescencia del líquido que se escapa de sus heridas. De igual manera, cuando se corta uno de los brazos de una estrella de mar, las dos superficies de la fractura aparecen luminosas.

En el grupo de los crustáceos se observan casos muy notables. Muchos de ellos van, en efecto, provistos de aparatos fotogénicos, verdaderas linternas que les sirven para guiarse en los oscuros fondos oceánicos y buscar su presa. Son estas linternas unos globos luminosos que unos crustáceos llevan en las patas, otros en los mismos ojos o alrededor de ellos, y algunos en otras distintas partes del cuerpo. Así, los ojos del *Geryon tridens* se ven brillar a más de mil metros de distancia; los eufósidos llevan sus aparatos de iluminación provistos de lentes y de reflectores como los faros de las costas; otros crustáceos, como los del género *Mysis*, tienen los órganos visuales encajados en unas cuencas esféricas luminosas, de suerte que reparten la luz a su alrededor, pero ellos no perciben sino los rayos reflejados por los cuerpos que iluminan.

Pero el caso más precioso de luminosidad es el que ofrece el *Acanthofidra pellúcida*, crustáceo que se recoge con frecuencia a más de quinientos metros de profundidad y que, según Edmundo Perrier, presenta la fosforescencia o fotogénesis en el borde anterior de una escama que protege exteriormente sus enormes ojos; en una línea que corre a lo largo del borde externo del tarso del quinto par de patas y en una zona oval en la base interna del mismo tarso; en otras zonas semejantes en distintos sitios de las patas del tercero y cuarto par; en una extensa porción del último artejo, del último par de patasmandíbulas; en una banda transversal del anca de las últimas patas torácicas y de la lámina externa de las patas abdominales; en una línea que se extiende a lo largo del látigo exterior de las antenas menores y en otra línea punteada, paralela al borde del caparazón y que corre muy cerca de este borde. No es extraño que con tan espléndido aparato luminoso, la silueta del *Acanthofidra pellúcida* se destaque completa, en medio de la obscuridad de los abismos oceánicos.

En el numeroso grupo de los moluscos se presentan también curiosos ejemplos de luminosidad. Son varias las especies de cefalópodos, gasterópodos y acéfalos que poseen la función fotogenésica, siendo muy notable el caso de la folasa, *Pholas dactylus*, cuyo sifón es fosforescente por segregar un moco luminoso.

Hay igualmente tunicados luminosos, y entre ellos hay que recordar los *apendiculares* del Atlántico austral, los cuales emiten radiaciones de colores variables, ya rojos, ya azules, ya verdes, alternando con otras completamente blancas.

Entre los peces de las grandes profundidades se cuentan hasta doscientas treinta y nueve especies luminosas, es decir, casi la cuarta parte de las que forman la fauna ictícola abysal, en lo que hasta ahora es conocida. Estas 239 especies corresponden a diez familias y de éstas las de los Estomiados, Esternoptíquidos, Cerátidos y Máltidos, son las que tienen mayor número de representantes. La mayoría de estos peces fosforescentes llevan a los lados del cuerpo unos extraños órganos oculiformes, dispuestos en líneas regulares. Cada uno de estos órganos forma un globo plateado, provisto de un cristalino de color rojo, y emite en la obscuridad una luz bastante intensa. Es posible, pues, que estos órganos desempeñen la doble función de aparatos visuales y productores de luz. Pero hay peces que poseen aparatos de iluminación completamente independientes de los ojos.

Existen, por ejemplo, tiburones que tienen el cuerpo recubierto de una mucosidad que proyecta alrededor del animal un fulgor muy perceptible. La cabeza de los peces que viven a profundidades que exceden de mil ochocientos metros, presenta, por lo general, unos canales muy marcados que segregan una mucosidad también luminosa. El *Malacateus niger* tiene a los lados de la cabeza dos pares de órganos luminosos, provistos cada uno de ellos de una lente, y que desprenden un fulgor verde claro en un par y amarillento en el otro.

En los mares tropicales es donde los peces fosforescentes brillan con mayor intensidad, ofreciendo espectáculos de magnificencia extraordinaria durante la obscuridad de la noche, ya saltando entre las olas, ya persiguiéndose unos a otros, ya agrupándose, ya separándose y desapareciendo como meteoros fugitivos.

VICENTE VERA

(Concluirá.)
