INSTITUTO DE GEOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE
REPÚBLICA 517 - SANTIAGO

Publicación N.° 2

Guillermo Mann F.
Profesor de Zoología de la Universidad de Chile

BIOLOGIA DE LA ANTARTICA SURAMERICANA

Estudios realizados durante la Expedición Antártica Chilena, 1947

Santiago de Chile
IMPRENTA UNIVERSITARIA
Estado 63
1948

BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE
Sección Bmch
Clasificación ...../0(864-43)/.....
Cutter .....
Año Ed. 1948 Copia ex.1
Registro Seaco 77104
Registro Notis. AAD0165

BIBLIOTECA NACIONAL
0228424

10/80

INSTITUTO DE GEOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE
REPÚBLICA 517 - SANTIAGO

Publicación N.° 2

Guillerm[illegible]
Profesor de Zoología [illegible] Chile

Biología de la Antártica Suramericana

Estudios realizados durante la Expedición Antártica Chilena, 1947

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

BIBLIOTECA NACIONAL
SANTIAGO DE CHILE
SERVICIO DE CANJE INTERNACIONAL

Santiago de Chile
IMPRENTA UNIVERSITARIA
Estado 63
1948

11.410

No rompas este libro.
deja que sirva a otros niños

A mi padre

Don Pepe Paula

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

PREFACIO

En el incansable afán de someter a su conocimiento y a su intervención cultivadora todo el planeta que el destino le asignó por morada, el hombre ha invadido desde pocos decenios las últimas regiones que durante miles de años se habían substraído a su visión: la Antártica.

Llamado por su vecindad próxima a participar en esta empresa, también Chile ha dirigido la proa de sus naves a esa comarca virgen, realizando, de Enero a Abril del año en curso, una expedición de la Armada Nacional, organizada por el comandante señor Enrique Cordovez y que reconoció algunas islas del grupo Shetland del Sur y la costa oeste de la lengua de Graham hasta la Bahía Margarita (Fig. 1).

Tal ampliación de su esfera geográfica trae consigo, para la conciencia nacional, también, el deber de cooperar en la tarea de poner esos dominios al servicio de los grandes intereses de la cultura humana. Movida por esta aspiración, la expedición chilena dió dos pasos encaminados a tal resultado: por una parte, destacó en la "Casa Chilena" de la isla de Greenwich un equipo de connacionales marinos a cargo de una estación meteorológica. Y, en segundo lugar, trajo de vuelta con-

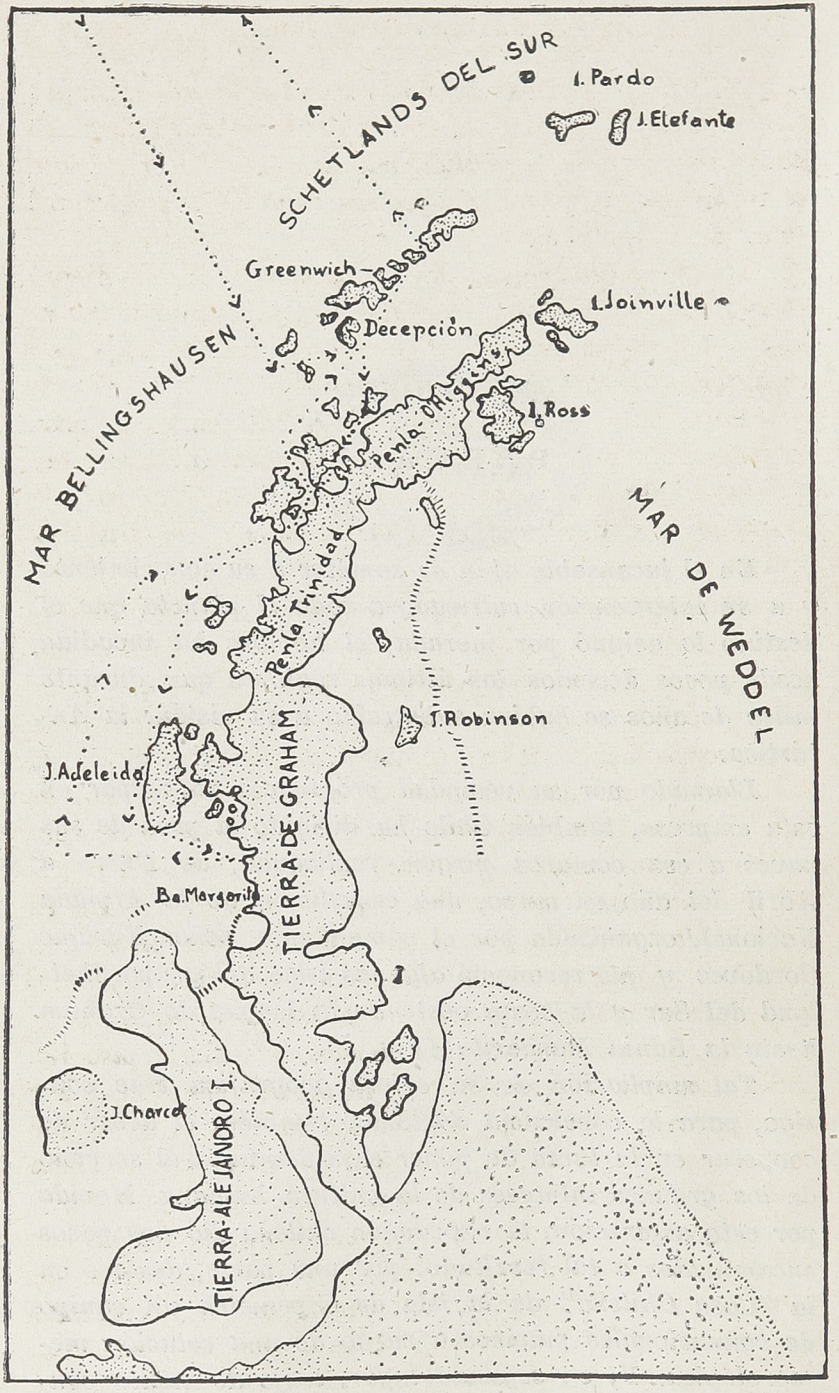


FIG. 1.—Sector americano de la Antártica.
La línea de puntos indica la ruta de la Expedición Antártica Chilena.

sigo una serie de observaciones y colecciones, cuyo estudio científico deberá ilustrarnos sobre problemas todavía obscuros de la realidad antártica y hacer posible el aprovechamiento racional de sus riquezas para el bienestar de la humanidad.

Un conjunto más o menos numeroso de muestras zoológicas, completadas por algunos especímenes botánicos, fué el rendimiento cosechado en aquel viaje por el autor de la presente publicación.

Permítasenos una palabra sobre los puntos de vista bajo los cuales se efectuó la elaboración científica de este material, ahora ubicado en el Instituto de Investigaciones Veterinarias y en el Museo de Historia Natural.

Durante un considerable lapso un ejército de investigadores botánicos y zoólogos ha estado trabajando por formar un cuadro completo de los seres que pueblan al globo terrestre. Cientos de miles de especies han sido reconocidas y descritas durante esta dura labor. El hallazgo de nuevas formas hubo de presentarse, por lo tanto, como la meta fundamental a que aspiraron esas ciencias en el pasado. A través de estos estudios se ha podido establecer un primer piso, fundamental, para el edificio de los conocimientos zoológicos y botánicos. Corresponde ahora a los investigadores actuales construír nuevos sectores, por encima de lo ya cimentado.

Incuestionablemente, también aquel primer piso requiere todavía de remiendos y terminaciones destinados a completar el catálogo de las existencias de seres vivos. Pero, la orientación principal de las investigaciones botánicas y zoológicas modernas, es y debe ser otra. Ellas han sobrepasado el terreno sistemático para entregarse de lleno a la resolución de un nuevo tipo de problemas: a desentrañar los modos del vivir de todo ese conjunto de plantas y animales ya determinados. Los mecanismos funcionales de los organismos y sus

relaciones con el ambiente se disponen, pues, en la primera plana de los estudios actuales.

En consecuencia, han debido caer en gran parte las murallas divisorias que aislaban artificialmente a los diversos campos del saber botánico y zoológico, como lo son, entre otros, sistemática, fisiología y biología general, volviéndose a integrar todos ellos en un conjunto armónico. Ya se han condensado valiosos resultados de las investigaciones así orientadas en publicaciones de magna calidad y extensión.

Nuestros conocimientos relativos a flora y fauna antárticas han debido seguir, necesariamente, también, un desarrollo histórico equivalente al que acabamos de precisar. En tanto que hasta hace muy pocos años se trataba principalmente de determinar las existencias de seres sur-polares y su enrolamiento en la escala sistemática, van apareciendo, en la actualidad, trabajos tendientes ya a la resolución de problemas más generales.

Este nuevo giro informa, igualmente, la exposición que llena las páginas del presente libro, en el que tratamos de abarcar los rasgos característicos del vivir en la Antártica Sud-americana. Después de determinar los límites de la zona bio-geográfica antártica, pasaremos revista a la vida en los distintos ambientes del habitat sur-polar, reconociendo las magníficas interrelaciones biológicas que aúnan en un solo todo a biotopo y seres habitantes. En tercer lugar, fundamentaremos nuestros propios puntos de vista referentes al origen de la población de seres antárticos. Finalmente, podremos concluir, sobre la base de las exposiciones previas, en la existencia de doce rasgos fundamentales que caracterizan a la vida en las tierras y aguas sur-polares.

El análisis de las interrelaciones ecológicas que se establecen en el ambiente antártico, particularmente dignas de atención, ha exigido, como tarea previa, la determinación sistemática del vasto material botánico y

zoológico que recogiéramos durante la Expedición Antártica Chilena. Con excepción de las algas, de cuyo estudio se hizo cargo, meritoriamente, la Profesora señorita Rosa San Martín, ha recaído todo este complejo trabajo sobre el autor, al no contar en nuestro país con la colaboración de zoólogos especializados en los diferentes campos sistemáticos. Tengo la esperanza de haber cumplido esta tarea de reconocimiento taxonómico sin errores de trascendencia.

Réstame expresar mis agradecimientos a las instituciones que han hecho posible mi participación en la Expedición Antártica, convenientemente equipado con los correspondientes útiles de caza y de estudio: el Instituto de Investigaciones Veterinarias del Ministerio de Agricultura, el Departamento de Parasitología de la Dirección General de Sanidad, el Museo Nacional de Historia Natural y la Universidad de Chile.

Si dentro de los cinco meses transcurridos después de realizada la expedición he podido llevar a cabo el estudio de las colecciones traídas y redactar la presente relación, lo debo, ante todo, a las facilidades que se dignaron otorgarme la Dirección General de Sanidad, el señor Director del ya mencionado Departamento de Parasitología, doctor Amador Neghme, y el señor Director del Instituto de Investigaciones Veterinarias, doctor Zacarías Gómez. También facilitó mi tarea, en forma valiosa, la "Compañía Industrial", al permitirme el acceso al tesoro bibliográfico que ella posee en la serie completa del "Discovery Report".

No me habría sido posible enriquecer mi libro con sus figuras y láminas, sin la inapreciable cooperación prestada por mi esposa y por mi hermana, señora Serena M. de Pfeil, a quienes debo la esmerada ejecución de los dibujos bosquejados del natural por mí.

También me declaro deudor del miembro de la Expedición Chilena, señor Hans Hellfritz, que autorizó la

reproducción de varias fotografías tomadas por él con su experto sentido de lo típico y lo estético.

Para la confección de cuidadosas copias de mi manuscrito, he contado con la abnegada ayuda de mi distinguida compañera de trabajos, señorita Irma Pennacchiotti M.

Por su oportuna intervención, que ha hecho posible la inclusión del presente libro en la prestigiosa serie de publicaciones del Departamento de Historia y Geografía del Instituto Pedagógico, quedo profundamente reconocido al Profesor don Humberto Fuenzalida, jefe del Departamento nombrado, y a don Juan Gómez Millas, Decano de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Chile.

Santiago de Chile, 18 de Septiembre de 1947.

GUILLERMO MANN F.

CAPITULO I.

LIMITES BIOGEOGRAFICOS DE LA REGION ANTARTICA

Resulta a todas luces evidente que el continente antártico, sus islas antepuestas, y las aguas del mar circunvecinas, vienen a constituir una región netamente caracterizada en su aspecto ambiental.

Las condiciones ecológicas, a su vez, determinan, como factores selectivos, la naturaleza y composición de la fauna y flora, y, en consecuencia, es dable reconocer en las zonas sur-polares, una comunidad de vidas propia y altamente característica.

Si bien queda así, indubitablemente, establecida una región zoo-geográfica antártica, subsiste, sin embargo, el problema de su delimitación precisa.

Limitaciones artificiales.

Diversos autores creyeron encontrar en cualidades geográficas, o puramente físicas, las bases para ese cometido. Pero, la inoperancia de tal proceder se nos re-

vela ya en los resultados por ellos obtenidos, que se hallan en profundo desacuerdo entre sí. En tanto que unos admiten como factor básico la isoterma de los 0 grados C. en las aguas oceánicas (lit. Lönnberg), otros, (lit. Vaillant), reconocen como tal la línea de isoterma de los 7 grados C. Aún el círculo polar ha valido de base para construir tan artificialmente el límite de la región bio-geográfica antártica.

Las discrepancias se hacen, naturalmente, mayores, en las zonas más periféricas, y es así como ciertos autores incluyen en la región que nos ocupa, aún a las islas Malvinas, mientras que sus colegas, muy al contrario, separan hasta las islas Shetland del Sur y Orkneys del Sur, del complejo antártico, para agregarlas a lo que ellos consideran como región sub-antártica.

En consecuencia, se hace evidente que este problema eminentemente biológico, no debe encararse sobre bases exclusivamente físicas, exigiendo, muy al contrario, la más amplia consideración de los aspectos vitales.

Concepto de región biogeográfica.

Para salir de tal confusión de definiciones, hay que tomar como punto de partida un concepto claro de lo que es una región biogeográfica. Sentamos, pues, la siguiente premisa fundamental:

Una región biogeográfica determinada, se halla rodeada por barreras de índole física, que hacen muy difícil el intercambio de sus componentes vivos con las zonas vecinas. Como resultado de esta condición ecológica básica, se aíslan los eventuales mutantes que aparecen en su población.

Tanto los factores vivos como los inanimados, específicos de este ambiente, pondrán luego a prueba la utilidad de la nueva forma, causando, sea su eliminación, o sea su eventual sobrevivencia. Este proceso, siempre

de nuevo repetido, elabora, finalmente, una población propia, de cualidades diferentes a aquellas que ostentan las floras y faunas vecinas.

De estas consideraciones se desprende que toda región biogeográfica es el producto de un devenir histórico cuyos resultados deben traducirse necesariamente en la composición actual de sus pobladores.

Límites reales de la zona antártica.

Aplicando ahora nuestros considerandos generales a la situación particular del habitat antártico, debemos buscar, antes que nada, las barreras ambientales de trascendencia vital que lo aíslan de las zonas circundantes.

Encontramos, en efecto, un poderoso muro físico que delimita a la provincia biogeográfica polar austral, oponiéndose al pasaje de vidas, tanto en uno como en otro sentido. Corresponde este anillo a la línea en que se estrellan las aguas frías, poco densas, del sur, con las más temperadas, ricas en sales, del norte (pág. 112). Conjunción gigantesca, de impresionantes dimensiones, cuyos torbellinos osmóticos, ya de por sí, destruyen a todo ser delicado. El perímetro completo de la región antártica se halla demarcado, entonces, por este encuentro de aguas: *la Convergencia antártica.* (fig. 23).

El efecto biológico de aquella poderosa barrera se ve aún reforzado frente al sector sudamericano, por otros factores de naturaleza geofísica, cuales son la fría corriente de marcha oeste-este, a través del mar de Drake; las grandes profundidades oceánicas, que separan con sus abismos de 3 a 4 mil metros, la región surpolar de las zonas septentrionales (fig. 2), y, finalmente, el cordón montañoso submarino del Arco Escocés que aflora en la cadena de islas Shag Rock, —Georgia del Sur—, Clerk Rock's, —Sandwich del Sur—, Orkneys del Sur—, Shetland del Sur, para continuarse finalmente en los macisos de la Tierra de Graham (fig. 1).

Resulta incuestionable que esta triple valla, de corriente, abismo y cordilleras, por su parte, impide, efectivamente, el pasaje de múltiples especies ligadas al fondo marino, que pudieran desafiar la voz de alto que da la Convergencia antártica.

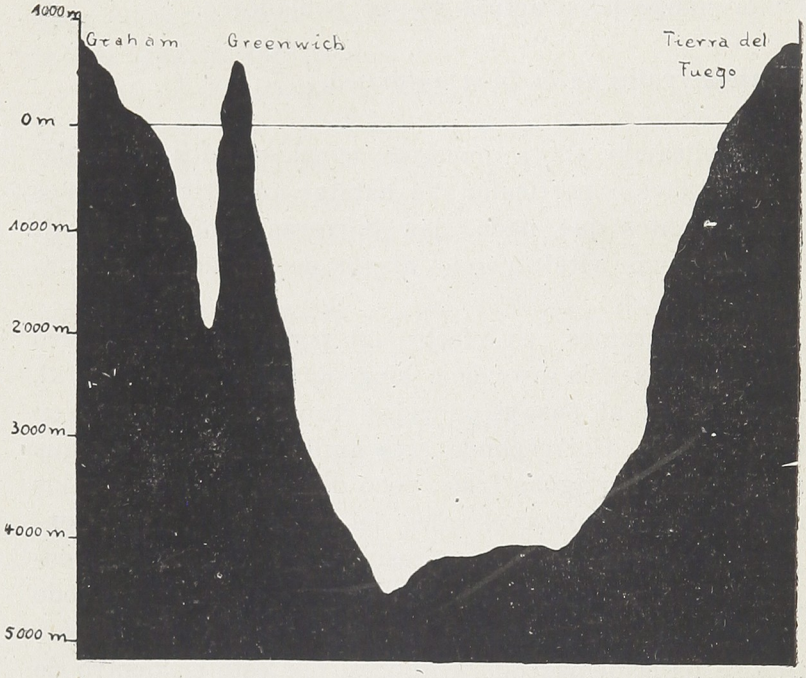


FIG. 2.—Corte a través del Mar de Drake en una línea que une Tierra del Fuego con Tierra de Graham, atravesando la isla Greenwich. A la izquierda se indican las alturas y profundidades en metros.

Interrelaciones de la población antártica.

La efectiva realidad de nuestras consideraciones teóricas ha de demostrarse ahora, necesariamente, en la comparación entre la fauna que puebla las islas antárticas más septentrionales y aquella que es propia del vértice austral de Sudamérica y de las islas biogeográficamente afines, como las Malvinas.

Ya las primitivas y ubicuas esponjas comprueban, en la composición de sus especies, nuestra aserción al poblar con formas típicamente antárticas a las Tierras de Graham y las islas Shetland, en tanto que sus representantes en las Malvinas corresponden a la fauna chileno-patagónica, (lit.: Burton, 1932).

La línea de demarcación que traza la Convergencia alrededor de la región antártica, no puede ser, naturalmente, del todo estricta, y así como no podemos aplicar reglas matemáticas, de validez absoluta, al resto de los fenómenos vitales, tampoco habremos de esperar tal precisión en su efecto. Resulta evidente, entonces, que las islas situadas sobre el límite mismo deben contar con algunos invasores del ambiente septentrional vecino, cuya presencia vendría a reforzar, ciertamente, nuestro punto de vista biogeográfico. Valga de ejemplo, en el caso analizado de las esponjas, la existencia de algunas formas nórdicas, en el caudal, típicamente antártico, de las islas Georgias del Sur. (lit.: Burton, 1932).

Sobre esta misma base debemos interpretar, también, la ocurrencia de lombrices de tierra magallánicas (*Microscolex, Dendrobaena* y *Bimastus*), en este mismo complejo de islas, y su ausencia en el resto de la región biogeográfica sur-polar.

Los poliquetos marinos antárticos, a la vez, señalan con su repartición, la efectividad de las barreras circunpolares, ya que de sus 57 especies características, sólo doce las logran sobrepasar hacia el norte.

Son, sin embargo, los equinoídeos, ofiuroídeos, y asteroídeos, del todo diferentes en Antártica y regiones vecinas, los que revelan, con particular énfasis, la notable diferencia entre ambas zonas, (lit.: Koehler, 1902; Ludwig, 1903; Mortensen, 1936).

Para reforzar nuestra afirmación señalemos, también, dos grupos de ejemplos que nos ofrecen los moluscos. Por una parte llama la atención, en efecto, la

presencia del chorito suramericano *Mytilus magellanicus,* Chemn., en las islas Malvinas, en relación a su ausencia completa en el complejo de islas septentrionales antárticas (lit.: E. Smith, 1885).

Por otra parte, nos indican tres géneros de gastrópodos, comunes a ambas zonas, la efectiva y milenaria separación entre ellas, y la diversidad de sus condiciones selectivas a través de sus especies que son distintas en cada una de las regiones, como indica el cuadrito siguiente, (lit.: Pelsener, 1903):

Formas magallánicas	Formas antárticas
Laevilittorina caliginosa	*L. elongata*
Cyamium antarcticum	*C. subquadratum*
Nacella aenea	*N. polaris*

Podemos establecer, desde luego, también, una relación del todo semejante para los anfípodos de ambas regiones (lit.: Barnard, 1932):

Area magallánica	Area antártica
Tryphosa castellata	*analógica*
Seba saundersii	*antarctica* (y otras esp.)
Colomastix castellata	*fissilingua*
Iphimediella nodosa	*margueritei* (y otras esp.)
Pariphimedia normani	*integricauda*
Panoploea macrocystides	*joubini*
Monoculodes valentini	*antarcticus*
Chosroës incisus	*decoratus*
Epimeria acanthurus	*macrodonta* (y otras esp.)
Pontogeneia simplex	*antarctica*
Paradexamine nanus	*fissicauda*
Eurystheus eurypodii	*distichon* (y otras esp.)
Haplocheira robusta	*barbimanus*

La diferencia entre la zona antártica y las regiones septentrionales vecinas, se hace aún más evidente al señalar los géneros que le son propios a la primera y no ocurren más al norte (lit.: Barnard, 1932):

Amaryllis
Lysianassa
Tryphosites
Urothoe
Halirages
Nototropis
Lembos
Stenothoe
Amphitoe
Melita

Todavía podemos señalar aún la presencia de 7 familias de anfípodos (Pardaliscidae, Tironidae, Pleustidae, etc.), (lit.: Barnard, 1932), propios de la zona antártica y que no cuentan con representantes en las regiones vecinas al norte.

Por otra parte, debemos recalcar que este grupo de crustáceos es enteramente semejante en las islas Malvinas y el continente sudamericano, comprobando así, también, la afinidad biológica entre ambos territorios, y, simultáneamente, la enorme diferencia faunística entre las Malvinas y las islas antárticas del Arco escocés.

Los Caprellidos, ahora, indican la neta separación entre las puntas de lanza más boreales de la región biogeográfica sur polar y el continente sudamericano, a través del género *Caprella*, abundantemente representado en esta segunda zona, sin ocurrir ni aún en las islas Georgias del Sur, (lit.: Schellenberg, 1931).

Los isópodos serólidos, luego, comprueban idéntico estado de cosas en sus formas litorales, del todo diversos en Sudamérica y Malvinas, por una parte, y las cos-

tas situadas al interior de la Convergencia antártica, por otra, (lit.: Nordenstam, 1933).

Finalmente, podemos citar todavía a los picnogónidos, muy diferentes, según Gordon, 1932, en Georgia del Sur e islas Malvinas.

Hemos llegado a demostrar con estos ejemplos, para la fauna del sector sudamericano de la Antártica, delimitado hacia el norte por la convergencia de aguas, un carácter muy propio y exclusivo, que fundamenta el reconocimiento de la región antártica como provincia biogeográfica.

Señalemos ahora, todavía, que las diferencias faunísticas entre esta región y la zona magallánica vecina, radican, en último término, en el origen de la población antártica, cuya cuna descansa en los abismos oceánicos, como demostraremos en un capítulo final, (págs. 291 y sig.)

Circumpolaridad.

Por último, debemos recalcar que las faunas de los ambientes localizados al interior de la Convergencia antártica, son estrechamente uniformes en todos los sectores de este inmenso territorio.

Personalmente, tuvimos ocasión de reconocer solamente la vida sur-polar en la Tierra de Graham, en el sector sudamericano, por tanto, pero nuestras conclusiones pueden hacerse perfectamente extensivas a todo el resto de los mares y tierras sur-polares.

Basamos este juicio sobre la distribución "circumpolar", ya ampliamente reconocida para un elevado número de especies antárticas, de entre las cuales cito, finalmente, algunos casos característicos:

Plancton: mayor parte de las especies, (lit.: Hart, 1934).

Asteroídeos: gran número de especies, (lit.: Koehler).

Moluscos: varias especies, (lit.: Pelsener, 1903).

Anfípodos: muchas especies, (lit.: Schellenberg, 1931).

Picnogónidos: 27 especies, (lit.: Giltay, 1935).

Pinipedios: todas las especies.

Aves: mayor parte de las especies.

CAPITULO II.

VIDA SOBRE EL CONTINENTE

A.— Vida entre hielos y nieves antárticos.

En negra noche antártica rugen los huracanes. Hielos y nieves se estrellan contra las azuladas aristas de los glaciares, sobre los flancos del monte y en la hondonada del valle. Se rellenan las grietas y los precipicios con la manta blanca del frío polar, hasta que sólo los grandes accidentes del terreno logran sobresalir de la cubierta uniforme (lám. I).

Noche y hielo aprisionan aún el vivo aliento del mar que yace inmóvil bajo un mismo muro con islas y continentes.

Cristales inanimados reinan entonces sobre los horizontes antárticos. El agudo chirriar de sus cuchillas que acompaña el quejido de los vientos, reemplaza las voces de aves y el zumbido de los escarabajos, que en otras tierras animan el ambiente.

Y, sin embargo, en medio de esta noche desolada, en un mundo hostil a la vida, de fría obscuridad, perduran seres de organización heroica. Los grandes pingüinos emperadores (*Aptenodytes forsteri,* Gray), de pre-


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTENDENCIA
SANTIAGO CHILE

LÁM. I.—Tierras antárticas cubiertas de nieve y hielos.
Nevado «General Cañas» en isla Greenwich.
(Fot. del autor).

histórica estampa, desafían las inclemencias del ambiente, con las cuatro focas del hielo antártico (*Leptonychotes weddelli,* Lesson; *Lobodon carcinophaga,* Homb. y Jacq.; *Ommatophoca rossii,* Gray; *Hydrurga leptonix,* Blainv.).

Tras cada temporal, siempre de nuevo, vuelven a liberarse en lucha feroz de su cubierta nívea que los sepulta, arrostrando condiciones de vida que no encuentran, en sus horrores, paralelos en la tierra. Aún un pequeño parásito externo, un piojo, (*Antarctophtyrius ogmorhyni,* Enderlein), ha acompañado a su huésped, la foca cangrejera, a este ámbito inhóspito, en tanto que la vegetación se ve reducida a algas inferiores, de pigmentos verdes y rojos, que despiertan efectos de color extraordinarios sobre la blancura de sus substratos.

Cuando la primavera polar vence al fin los meses de noche invernal, siguen siendo estas zonas las menos hospitalarias del globo. Ahora ya doran los rayos del sol las níveas cumbres, las aguas reasumen su vaivén, vuelven las aves que huyeran del invierno; y, sin embargo, no se dan las condiciones para la existencia de una sola flor, de una sola abeja, de una mariposa. El cielo, de un verde trasparente, los muros cristalinos de los glaciares, la roca gris, y las pendientes blancas de los montes, construyen un cuadro bello en su majestad, sin duda, pero, tan frío en sus facciones, como la hoja acerada de una daga. Todo el derroche de sus luces extrañas, y todo el lujo irreal de sus puestas de sol, no logran conmover el alma del hombre como el canto tan sencillo de una tenca, o el aliento de una flor de espino, en el amable valle central de nuestro país.

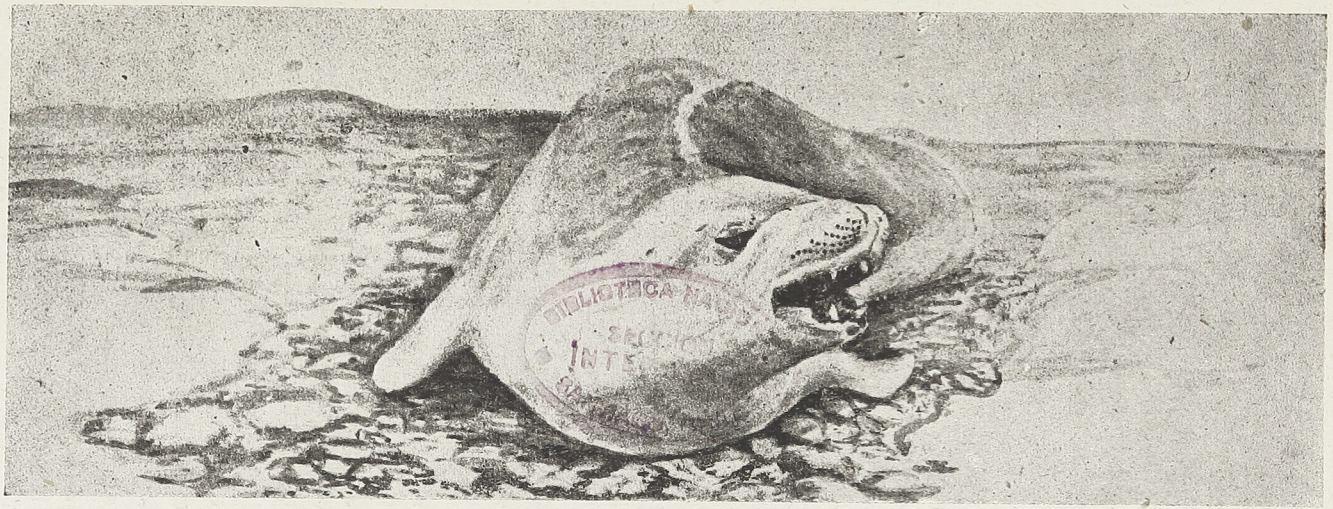
Y en esa natura trágica se desenvuelve la vida entera de los seres que habitan hielos y nieves antárticas. Es de comprender, entonces, que en su organización hemos de hallar por doquier, la marca profunda del sello que imprime tal naturaleza.

Sobre los planchones de nieve, a orilla de las aguas, se desperezan indolentemente los toscos cilindros de las focas de Weddel (lám. V). Apenas encaramados en tierra firme, caen presas de ese cansancio inmenso que embarga a todos sus congéneres una vez fuera del agua. En lento reptar, impulsados por movimientos de la elástica columna vertebral, avanzan cual orugas por el terreno disparejo, huyendo del litoral de guijarros, para aposentarse en el más próximo lecho de blanda nieve. Los miembros, aquí, en tierra, no colaboran en las funciones dinámicas. Apegados al tronco los pectorales, bien extendidos los posteriores, se mantienen durante la translación, lejos del suelo. La enorme musculatura de los canales vertebrales hace, entonces, de motor exclusivo. Las vértebras mismas facilitan, con su estructura, las amplias excursiones en el plano sagital de la columna dorsal, al carecer, casi por completo, de las zygapófisis, cuya presencia estorbaría los movimientos extensos.

A despecho de la aparente torpeza de estas focas, son ellas capaces de vencer obstáculos notables, grietas del hielo y paredones de roca. Entonces, recién se aprecia todo el vigor de estas masas de músculo y grasa que utilizan aquí las aletas pectorales como potentes palancas para levantar la mole de los cuerpos.

Sus pequeños parientes, las focas cangrejeras, ya gozan de mayor agilidad. Ahí donde el lobo de Weddel apenas contesta con roncos gruñidos guturales los avances de algún interesado zoólogo, se revuelven con chasquido de dientes las blancas cangrejeras (lám. II).

Pero aún estas focas, de reacciones más rápidas, no alcanzan a igualar la suave agilidad felina de su terrible pariente, el leopardo de mar (lám. III). Con impetuoso salto se levanta desde las aguas a más de metro y medio de altura, para alcanzar el reborde del trozo de hielo flotante, donde amodorrados pingüinos duermen



LÁM. II.—*Lobodon carcinophaga*, foca cangrejera.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

incautos. Su largo cuerpo se lanza, cual huasca flexible, sobre el tropel. Un hocico de terrible dentadura, que hiende ampliamente la chata cabeza de culebra, hace presa en el más cercano para desaparecer con él, de inmediato, nuevamente bajo el agua. Sacudones tremendos despluman y descueran las carnes palpitantes, que pasan, entonces, sin mayor molienda, a la panza del leopardo.

Tan agresiva agilidad hace del carnívoro un enemigo que no es de despreciar ni aún en tierra para el hombre. Muy en desacuerdo con la suave indolencia de otras focas, se abalanza en ocasiones, la bestia vigorosa, sin mediar provocación, sobre el observador tranquilo. Ay de la pierna o del brazo que caiga entonces en las fauces armadas. ¿Cuál sería su suerte si ya nuestros lobos de mar (*Otaria flavescens,* Shaw), pueden arrancar de cuajo los miembros de sus atacantes?

Tal como en la mayor parte de los carnívoros terrestres, esta foca feroz vive aislada en su territorio propio, en contraposición al hábito gregario de las cangrejeras y de la foca de Weddel. En este aspecto, concuerda el leopardo con el cuarto pinipedio de hielos y nieves antárticos, la foca de Ross, —apenas conocida para la ciencia—, cuya morada predilecta son los hielos flotantes de las altas latitudes.

Defensas orgánicas de la fauna contra el frío.

En el concierto de las condiciones ambientales inclementes que opone la naturaleza antártica a las cuatro focas y al pingüino de hielos y nieve, sobresale, por su fiereza, el frío. En la lucha contra este factor ecológico tan resaltante del habitat, ocupa un primer puesto el empleo de mecanismos aisladores.

Tanto las focas como el pingüino de hielo y nieves, protegen sus órganos homoiotermos contra el embate de la baja temperatura ambiente, a través de gruesos

muros de grasa subcutánea (lám. IV). Tan efectivo resulta este sistema, que una foca muerta y abandonada a la intemperie, aún guarda calor orgánico en sus vísceras a las 24 horas. Pero, basta observar uno de estos mamíferos con vida, acostado por largas horas en un mismo punto sobre la nieve, para apreciar la mínima irradiación calórica de su cuerpo, cuyos 37 grados no logran entibiar, siquiera, la cubierta corporal, permaneciendo tan perfectamente aislado, que el blanco substrato no alcanza, tampoco, a derretirse. La capa de tocino debe alcanzar, necesariamente, entonces, un enorme desarrollo, llegando, en efecto, a más de un tercio del peso total en estos seres.

El mismo frío favorece ahora, a nuestro modo de ver, la acumulación de las gotitas de aceite en las células adiposas, al rebajar, necesariamente, el ritmo de las actividades metabólicas. El pequeño gasto de energía subsecuente, permite el depósito de los excedentes alimenticios en forma de substancia de reserva, como la grasa, que puede destinarse, en consecuencia, a una función puramente pasiva, actuando como aislador térmico.

Por otra parte, se facilita la abundante alimentación, premisa fundamental para la elaboración de tejido adiposo, por el período de luz ininterrumpido durante los meses del día polar. Es sabido que bajo estas condiciones, la fauna no sigue ya en su actividad la sucesión normal de doce horas de descanso y de trabajo, dedicando sólo breves momentos al sueño, fenómeno bien conocido por los criadores de gallinas, que alargan el día de activa búsqueda de alimentos de sus aves, iluminando artificialmente los gallineros durante algunas horas de la noche.

La capa aisladora adiposa del pingüino emperador es complementada todavía por el aire ambiente, apresado entre los elementos constitutivos de su plumaje, que se extienden en esta especie aún sobre los pies. Sin em-


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN

LÁM. III.—*Hydrurga leptonyx*, leopardo de mar.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. IV.—Arriba: Mirounga leonina, elefante de mar, en el ataque. Abajo: Piel de elefante de mar con gruesa capa de tocino. (Fots. de Hans Hellfritz).

bargo, corresponde sólo escasa importancia a este mecanismo, cuyo efecto se pierde de inmediato en el seno del agua. La vida anfibiótica prohibe en las focas, por su parte, la adopción de un pelaje protector cuyo valor funcional desaparece, también, del todo en un ambiente líquido.

En cambio, ha de corresponder al ralo revestimiento piloso de las focas, otra tarea, de la mayor importancia, ya que su pigmentación regula en cierto grado el paso de las radiaciones. Discutiremos en otro capítulo el valor de una superficie de colores claros en seres polares (págs. 58 y sig.) Vemos ahora, en estos mamíferos, que existe también aquí, cierta tendencia hacia el blanco. Resalta en este aspecto, la bella foca cangrejera y la de Ross, de un uniforme gris con visos amarillentos. La indolente foca de Weddel y el feroz leopardo de mar, por su parte, cuentan con cubiertas ya más pigmentadas, pero provistas de manchas claras irregulares. La enorme variación individual que afecta a estas coloraciones en ambos pinipedios, nos permite, quizás, entrever un mecanismo mutacional-selectivo en pleno desarrollo, cuyos efectos mejores aún no han logrado imponerse definitivamente.

Otro factor morfológico interrelacionado también con el problema de la conservación de la temperatura, es el tamaño corporal, cuyo efecto sobre los organismos homoiotermos analizaremos en otra parte (pág. 57 y sig.) La ventaja de una talla grande, que implica superficie de irradiación pequeña con relación al volumen, se aplica en todas las cinco especies radicadas en hielos y nieves antárticas. El pingüino es así el mayor de entre todos sus congéneres del globo terrestre, y las cuatro focas son todos animales voluminosos también.

Todavía podemos señalar en el desarrollo especial alcanzado por las volutas etmoidales de los pinipedios antárticos, y en el cierre automático de sus narices, des-

pués de cada movimiento respiratorio (lám. V), mecanismos que entibian, por una parte, el aire inspirado, disminuyendo, por otra, el intercambio entre la temperatura ambiente y aquella de la columna de aire que ocupa las vías respiratorias.

En lo referente a la compleja estructuración de los laberintos etmoidales, cabe mencionar todavía que su función es puramente térmica, ya que la mucosa pituitaria, receptora de los estímulos olfativos, se halla relegada a un reducidísimo espacio en correspondencia con el sentido olfatorio rudimentario.

La reproducción de estas especies propias de hielos y nieves, encierra, por su parte, los más serios problemas, consecuentes principalmente al frío del ambiente.

En este aspecto saltan a primera plana los inconvenientes que se presentan a toda cría por su superficie corporal desproporcionadamente extensa con relación a su masa, lo que significa una desventaja notable frente a los individuos adultos.

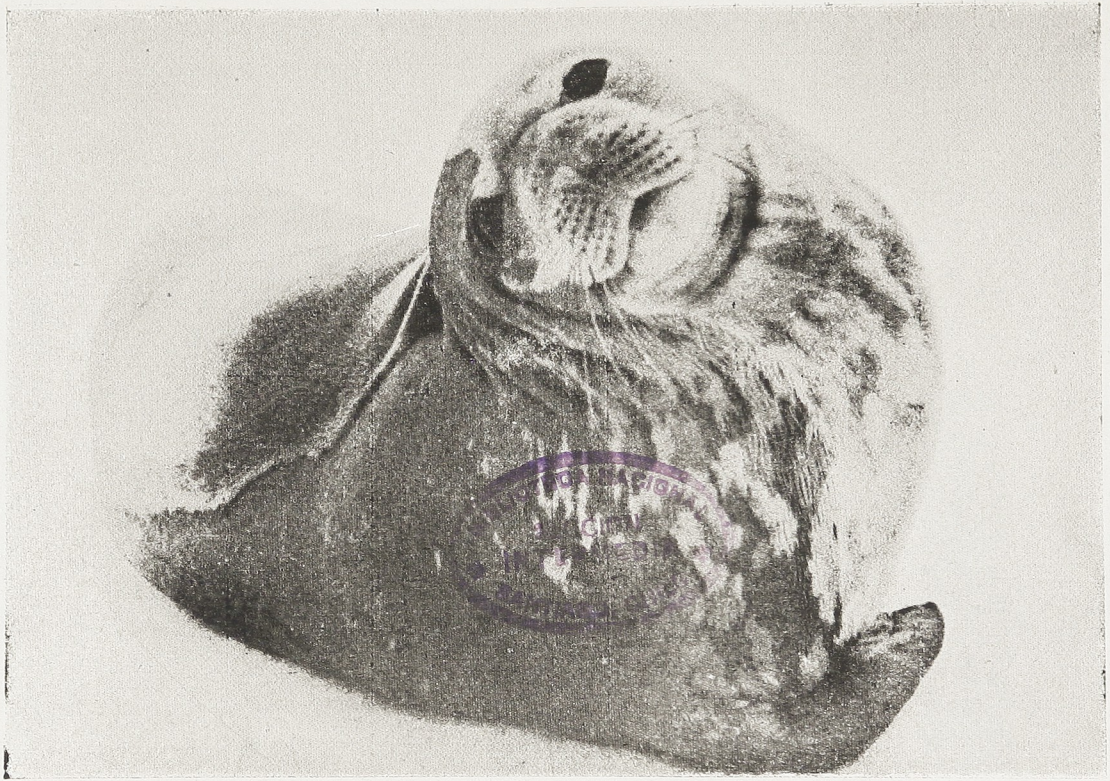
Un período de preñez extraordinariamente largo, que fluctúa entre nueve y diez meses, resuelve, en parte, este problema, pues da neo-natos de avanzado desarrollo. Basta comparar, en efecto, las crías de la foca cangrejera, que apenas alcanza un metro y veinte centímetros de largo, con los hijuelos de una tigresa, que no llegan al tamaño de gatos caseros.

La gran talla de las crías es responsable, por otra parte, de su número reducido. Sólo en las más raras ocasiones se han observado, en efecto, mellizos, en estas focas.

Finalmente, el problema del frío se ve resuelto, también, en los neo-natos, a través de un cojín de grasa extraordinariamente grueso, y que envuelve ya al feto en sus etapas tempranas.

El período de lactación puede reducirse, naturalmente, en las avanzadas crías de nuestros pinipedios,

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE



LÁM. V.—*Leptonychotis weddelli*, foca de Weddel, con orificios nasales cerrados después de la inspiración. (Fot. del autor).

alcanzando a pocos días, en la foca cangrejera, por una parte, y llegando, por otra, a siete semanas en la foca de Weddel. La leche, particularmente rica en principios nutritivos, permite un crecimiento muy rápido de los jóvenes, que duplican en la foca de Weddel su peso de nacimiento ya a la semana, aumentando más de tres kilogramos diariamente (lit.: Bertram, 1940).

En el caso de la foca cangrejera, cuyos hijuelos deben alimentarse, en consecuencia, al modo de los adultos, a los pocos días de haber nacido, se complica la evolución todavía por la dentadura de los pequeños, que ha de alcanzar, ya a tan temprana edad, las características propias del individuo adulto, para lograr la aprehensión de las presas, que reemplazan aquí a la leche materna. Se alcanza esta meta intercambiándose la dentadura de lactante por la definitiva, durante la vida intrauterina.

El pingüino emperador presenta también, por su parte, modalidades específicas que le hacen posible la incubación y la crianza de los polluelos en medio de hielos en la noche inclemente de la zona polar austral. Es ampliamente conocida, en este aspecto, la bolsa ventral, de gruesos pliegues, que recubre en esta especie el huevo único, sostenido, por otra parte, sobre el dorso de los pies. El polluelo, más tarde, aloja bajo la misma cubierta temperada.

El robo de huevos y crías que conoceremos en otros pájaros niños, (pág. 78) alcanza aquí grado superlativo, ya que cada individuo entregado a la incubación se halla rodeado por un grupo de congéneres que sólo esperan que el hambre venza al pingüino que empolla, impulsándolo al mar, para luchar fieramente por el huevo o la cría, que queda entonces al descubierto.

Distribución pasiva de la fauna.

Las distintas especies, propias del ambiente que hemos analizado en este capítulo, arriban, en ocasiones, ve-

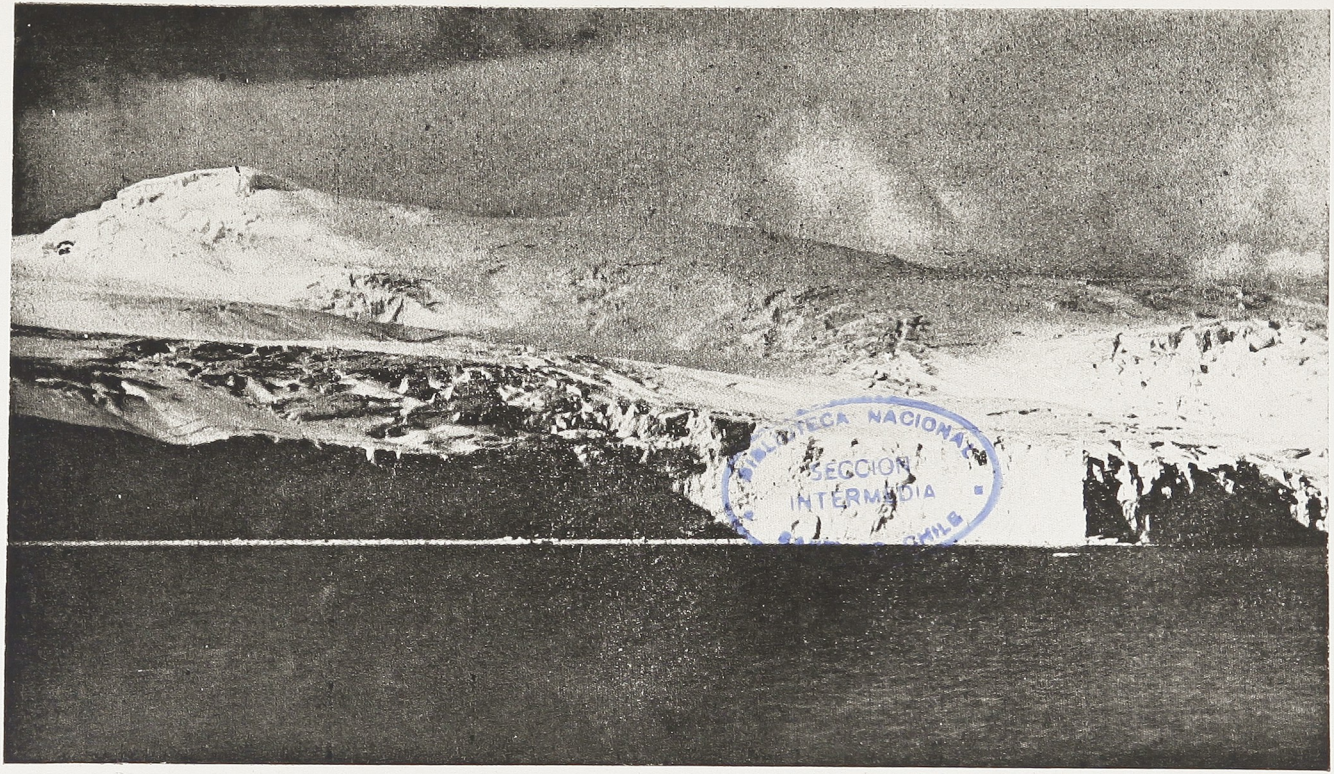
hiculizados sobre las balsas de hielos flotantes, a las costas de Sudamérica y de Australia. Y es en el litoral de nuestra Patagonia en donde se han observado con mayor frecuencia estos extraños visitantes de otras latitudes, aunque también se sabe de focas cangrejeras abducidas sobre su bote de hielo hasta Puerto Ensenada, en el litoral argentino (lit.: Cabrera y Yepes, 1940).

B.— Vida entre musgos y líquenes

Cuando los largos meses de impenetrable noche antártica ceden su dominio al nuevo día, se inicia, a favor de los rayos del sol, el proceso de deshielo de las capas de nieve que han sepultado, durante medio año, montes y hondonadas, con su alfombra de metros de espesor. Lentamente va así desapareciendo la blanca cubierta deshecha en innumerables riachuelos, dejando al descubierto obscuros trechos de tierra y roca antártica.

Aparecen entonces, también, las modestas manchitas verde-amarillentas de una heroica vegetación compuesta por musgos y líquenes, que han logrado sobreponerse con resistencia tenaz a las inclemencias terribles de aquellas tierras. Allí donde la grieta en la roca, o las rendijas entre las piedras, aprisionara los restos de la foca muerta el año anterior, o del petrel que cayera vencido por raudo temporal, puede asentar sus delicadas raicillas el musgo.

También en las cumbres desnudas de las roquerías que flanquean al mar, donde la brava gaviota salteadora, la skúa, conjuntamente con la gaviota común, viene a disfrutar sus banquetes de lapas polares, acumulando las conchas de la presa en montones respetables, encuentra el musgo un medio particularmente abonado y rico en nitrógeno, alcanzando, entonces, un desarrollo especial.


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
CHILE

LÁM. VI.—Acantilado de hielo en tierras antárticas.
(Fot. del autor).

Y en las zonas del todo desprovistas de materia orgánica alimenticia, en la misma cara lisa y llana de los guijarros logran sobrevivir, todavía, en mutua colaboración, alga y hongo fusionados, en el maravilloso organismo simbiótico del liquen. (*).

Con el despertar de la flora se desencadena también, en su seno, una vida animal, escasa en formas diferentes, pero rica en individuos, que ya pululan por entre la maraña de los tapices del musgo, ya recorren activos las ramillas de los arbustos del liquen.

Seres briófilos

Las aguas del deshielo, que son capturadas por las esponjosas mallas de la alfombra musgosa, atraen una población de pequeñísimos animales adaptados a la vida en el agua dulce: la fauna briófila. Microscópicas amibas se deslizan allí, lado a lado con toscos tardígrados de garras imponentes, en tanto que, delicados vermes nemátodos (1), culebrean en violentas contorsiones por la maraña.

Una vida más acompasada corresponde a los rotíferos, que pegan un ancho pie por medio de glándulas aglutinantes en las trabéculas del bosque de musgo que los abriga.

Seres brioxenos

En los pisos altos del mismo tapiz, en cambio, en donde las plantitas individuales del musgo sobrepasan la capa del agua saliendo al aire libre, se ofrecen con-

---

(*) La única Fanerógama antártica, un pasto del género *Aira,* es en mucho más rara que las resistentes criptógamas, apareciendo solamente en muy escasos puntos de la helada región. Su importancia como factor biológico es, en consecuencia de su rareza, reducidísima.

(1) *Mononchus gerlachei,* de Man; *Plectus antarcticus,* de Man; *Plectus belgicae,* de Man; *Dorylaimus* sp.

diciones bien diferentes, favorables para el establecimiento de la fauna aérea, brioxena.

Aquí se desplazan con lento andar, obscuros ácaros vegetarianos (2), amenazados siempre por sus ágiles parientes de colores vivos, dedicados a la carnivoría. (*Rhagidia gigas gerlachei,* Trt.).

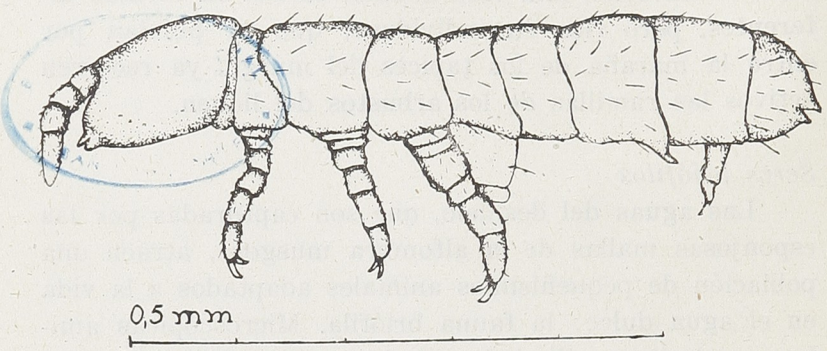


FIG. 3.—Podúrido de musgos y líquenes antárticos. Se observa en el primer anillo abdominal el voluminoso tubo ventral, en el tercer anillo el retináculo y, doblado bajo el abdomen, la furca.

Aquí también se establecen, en incontables millares, los primitivos insectos podúridos (3), (fig. 3), cuyos ínfimos cuerpecillos negruzcos logran obscurecer por trechos al verde musgo, y aún, a la blanca mortaja de nieve vecina, cuando los rayos de un tibio sol de verano despiertan en su delicado organismo energías insospechadas, a cuyo impulso, abandonan por doquier sus obscuros refugios para saltar, a favor de su gancho abdominal (fig. 4), sobre rocas y nieves.

Finalmente buscan también la protección de los musgos, pequeños y escasos dípteros quironómidos, de alas rudimentarias (*Belgica antarctica,* Jakobs), y uno

(2) *Notaspis antarctica,* Mich.; *N. Belgicae,* Mich.; *Digamaselus racovitzai,* Tr.; *Zercon tuberculata,* Tr.

(3) *Achorutoides antarcticus,* Willem.; *Cryptopygus antarcticus,* Willem.; *Isotoma octo-oculata,* Willem.

que otro piojo de foca (*Antarctophtirius ogmorhini E.*), (ver pág. 25), que espera aquí el paso de una nueva víctima.

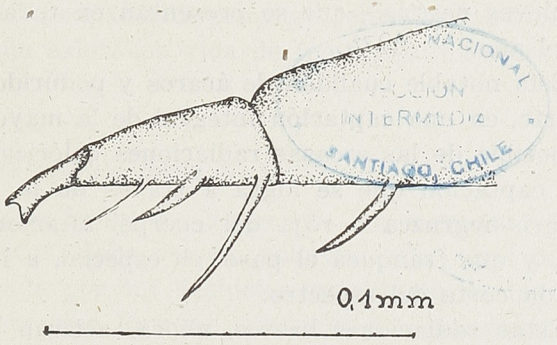


FIG. 4.—Furca de podúrido antártico con manubrio basal, diente y mucro apical.

Adaptaciones al frío

Todo este conjunto de vidas puede desempeñarse activamente sólo por breves épocas del año. Aún en pleno verano antártico se interrumpe continuamente su normal fluír, por nevazones y heladas.

Recordemos que la temperatura media de los tres meses más calurosos de esas tierras, se mantiene por debajo de —1 grado C. (—2,5 C. en Isla Seymur), y que en muchas zonas aún no alcanza a despejarse en ocasiones el terreno vegetado de su capa de nieve invernal en todo un año. De tal modo que los sueños helados de flora y fauna, de meses, y aún de años ininterrumpidos, sólo ceden por escasos días a los procesos vitales activos. Basta que la temperatura descienda a 0 grado C. para que el conjunto faunístico de los seres briófilos, de régimen acuático, entonces, sea incluído en sólido bloque de nieve y hielo, forma en que el agua no es utilizable por los organismos vivientes.

Los podúridos y ácaros, brioxenos, en cambio, logran

mantener vida activa aún a esta temperatura, gracias a la euritermia especial que ya se revela en sus parientes de los altos cordones montañosos de nuestro continente, donde millares de podúridos son responsables de las "nieves negras", que se presentan en todas las épocas del año.

Esta notable cualidad de ácaros y podúridos se basa en parte, en una captación integral de la mayor proporción posible de las escasas radiaciones caloricas ambientales, captación que se logra a través de la pigmentación gris-negruzca o roja del cuerpo, altamente absorbente, y que franquea el paso, en especial, a la fracción de onda corta del espectro.

Estas radiaciones breves, ahora, activan en los seres heterotermos, como es sabido, la producción de tirosinasa que, a su vez, acelera los procesos de oxidación de la tirosina, generando, entonces, nuevas cantidades de melaninas, base de los pigmentos obscuros.

A través de este encadenamiento de causas y efectos, podemos quizás, interpretar, también, el origen de la coloración notablemente adecuada a las condiciones ambientales, de ácaros y podúridos antárticos.

La localización de musgos y líquenes en las grietas y anfractuosidades más o menos protegidas del embate del viento polar, permite, por otra parte, que su temperatura se eleve rápidamente en las escasas ocasiones en que los rayos del sol vencen la capa de nubes que oculta con tanta tenacidad al cielo verde-transparente de la zona antártica. Se acumula, entonces, el calor en su seno, sobrepasando tres, cuatro y aún ocho veces, a la temperatura del aire, y cuando la masa atmosférica alcanza apenas a los 2 grados C. a un metro sobre el suelo, obtenemos 15 y 16 grados C. como efecto de la insolación en el microclima que la grieta vegetada ofrece a su fauna.

De allí que la resistencia de estos seres no solamente ha de ser enorme, frente a las bajas temperaturas,

sino que, aún, deben sobrevivir a los más amplios cambios, de frío inclemente al calor, que se desencadenan en el transcurso de pocas horas. La experimentación nos ha donado, como es sabido, demostraciones patentes de esta formidable capacidad, principalmente en los tardígrados, que aún salen con vida de temperaturas entre —27 y 50° C.

Sistemas de afiance de la fauna.

La fauna brioxena, aérea, de los musgos y líquenes antárticos, debe vencer, todavía, otra seria dificultad, motivada por los deshielos repentinos de los campos de nieve que inundan, en múltiples ocasiones, sus ambientes, con masas de agua.

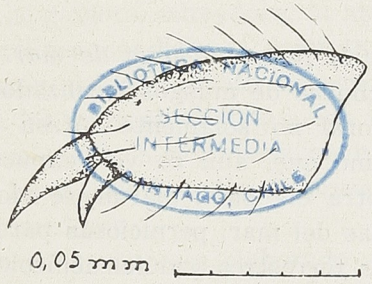


FIG. 5.—Garra bífida de podúrido antártico.

Por una parte se crea, entonces, el grave peligro del arrastre violento de aquellos pequeños seres en el seno de los riachuelos al mar. Potentes garras de bífido gancho terminal (fig. 5), solucionan, sin embargo, satisfactoriamente, este problema para ácaros y podúridos, en tanto que los dípteros de este ambiente logran mantenerse adentrándose a lo más profundo de la maraña, a favor de su cuerpecillo de compacta construcción, cuyos

alones reducidos no significan obstáculos para el avance en el denso bosque del musgo.

Respiración

Por otra parte, se hace bien precario bajo estas circunstancias, el intercambio de oxígeno respiratorio para estos seres. El ínfimo tamaño de ácaros y podúridos ofrece, entonces, una solución fisiológica. La masa tan reducida de sus organismos se basta, durante estas épocas, con los gases que difunden a su interior a través de la superficie, que resulta muy grande en relación al volumen corporal. Tanto es así, que los ácaros, aún normalmente, en pleno aire, cumplen, como sabemos, su metabolismo gaseoso a través de una respiración cutánea, mientras que los podúridos cuentan ya con tráqueas rudimentarias.

Resistencia de la fauna al agua de mar.

Los manchones de musgos localizados en el reborde mismo del litoral no solamente sufren la invasión del agua dulce, sino que, aún se ven expuestos al embate de una que otra ola particularmente violenta. Pero, ni aún estas aguas del mar, perniciosas para la mayor parte de los seres terrestres y dulce-acuícolos, logra vencer a ácaros y podúridos antárticos.

Tanto es así, que con frecuencia hemos podido observar ejércitos de podúridos en el litoral recientemente despejado por las aguas, al caer de la marea, que se alimentaban sobre los cadáveres de las largas cadenas de tunicados coloniales (pág. 194). La marea llena sorprendía a las pocas horas los pequeños insectos que habían de resistir, durante medio día, y acurrucados bajo las piedras vecinas, las aguas saladas. La nueva bajada del mar descubría, de nuevo, a los podúridos sin causarles daño alguno.

Los ácaros, por su parte, evidencian una resisten-

cia muy parecida, que se atestigua todavía por la existencia de un elevado número de sus parientes adaptados a la vida exclusivamente marina (pág. 224).

Metabolismo digestivo.

La íntima correlación biológica que aúna en un todo orgánico a los distintos componentes del ambiente aquí analizado, se nos revela, en modo particularmente patente, al considerar la nutrición de estos seres, ya sean vegetales o animales, que dependen estrechamente unos de otros en este aspecto funcional. Tratemos de establecer esta cadena alimenticia señalando los eslabones que la construyen (fig. 6).

Hemos afirmado ya, más arriba, que la vegetación de musgos se implanta con preferencia sobre restos orgánicos en descomposición, señalando, también, que los comederos de la gaviota salteadora, la skua, y de la gaviota común, reúnen condiciones óptimas a su establecimiento, en razón del abundante desecho aportado por las plumas de las mismas gaviotas, sus materias excrementicias y los residuos orgánicos abandonados con la concha de las lapas, que le valen de presa, y que acumulan en estos comederos.

Las lapas, a su vez, han elaborado su propia materia orgánica, pastando el tapiz de algas que recubre las rocas del litoral.

Los nitritos, nitratos, sales de amonio, fosfatos, etc., productos de descomposición de las substancias acumuladas en el comedero de las aves, permiten, entonces, el crecimiento de los musgos.

El detritus orgánico, de vegetación, de plumas de gaviota, de guano y de moluscos, sostiene, a su vez, a colémbolos podúridos, rotíferos y protozoos; en tanto que los ácaros vegetarianos (Oribatidos: *Notaspis antarctica* Mich. y *Notaspis belgicae* Mich.; Gamasidae (*Parasitidae*): *Digamaselus racovitzai* Tr. y *Zercon tuber-*

culata Tr.), se alimentan directamente de las substancias vivas de estas criptógamas, despreciadas como alimento por la inmensa mayoría de los animales que buscan su sostén en el reino de las plantas.

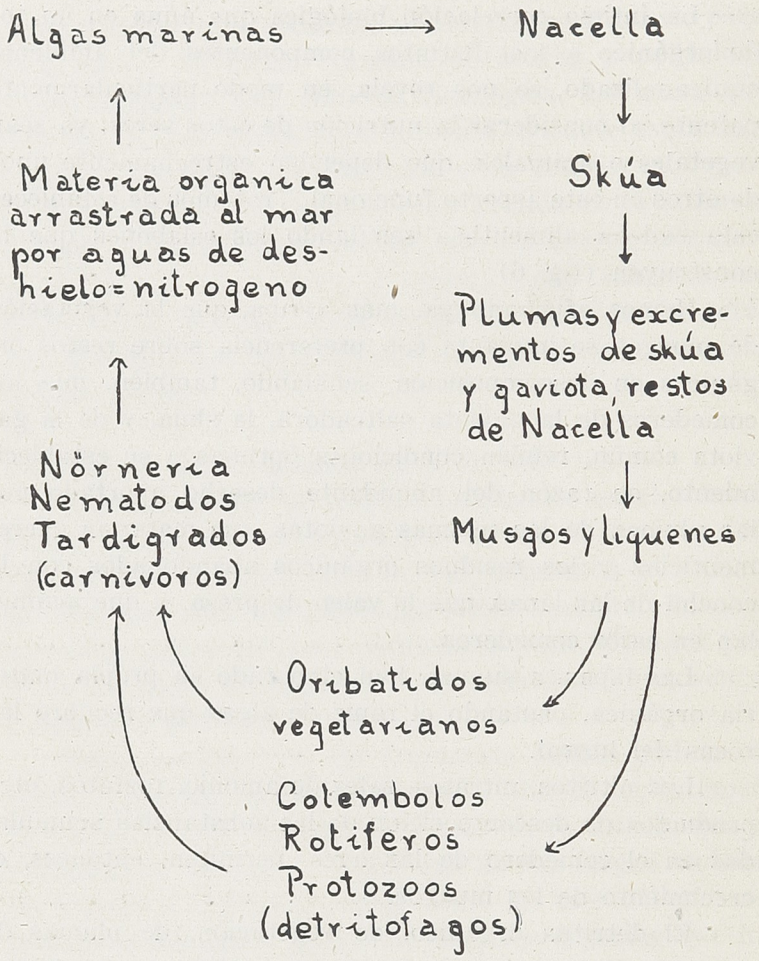


FIG. 6.—Cadena alimenticia de la comunidad de seres que habitan musgos y líquenes antárticos.

Tanto los animales detritófagos como los vegetarianos, son pasto, a su vez, de las especies carnívoras

que ya acechan a sus presas indefensas desde escondrijos en la maraña de su morada, como los tardígrados, de boca chupadora, y los nemátodos, ya se dan activamente a la búsqueda y persecución de sus víctimas, como vemos en los ácaros cazadores, ágiles y potentemente armados, del género *Rhagidia* (*R. gigas gerlachei,* Trt.).

Los restos últimos de los componentes animales y vegetales de esta comunidad de vida, finalmente, son arrastrados al mar costero por las aguas del deshielo, en donde contribuirán sus elementos a construir nuevos individuos de aquellas algas, forraje de la lapa polar, completando con ello el círculo de vida y muerte que fundamenta la existencia de seres en este ambiente antártico.

Reproducción

Hemos visto ya, más arriba, (pág. 37), que la naturaleza surpolar sólo permite una vida activa, de los seres que nos ocupan, durante breves períodos, interrumpidos, a su vez, en múltiples ocasiones, por los rigores de aquel clima inestable.

Las funciones orgánicas, que tienden a la perduración de la especie, han de desarrollarse, en consecuencia, con una aceleración formidable, para lograr la consecución de su meta en estos ínfimos lapsos de tiempo.

Bajo estas premisas, no encontrarían cabida en tal ambiente, seres de crecimiento lento, en cuya evolución se interpongan estados diferentes de metamorfosis. Sólo lograrán su supervivencia aquellas especies cuyas crías lleguen al mundo bien desarrolladas y ya del todo semejantes a las formas adultas. Estas condiciones imperativas, que podemos establecer sobre bases teóricas, se cumplen ahora fielmente en la fauna de musgos y líquenes antárticos.

Los podúridos, por una parte, nacen, como es sa-

bido, en estado de larvas nominales, que sólo necesitan de una muda para pasar a adultos, sin ofrecer, en su primer período de vida, diferencia morfológica con respecto a sus padres.

Entre los ácaros, cuyos neo-natos también cuentan ya con una construcción muy semejante a la de los adultos, resaltan los Oribátidos vivíparos, en los cuales, aún, se ha eliminado el estado de huevo, naciendo las crías como larvitas perfectamente viables. Llama la atención, entonces, que esta familia de ácaros, que en la mayor parte de nuestro globo solamente constituyen una ínfima proporción en relación a la totalidad de los ácaros existentes, forma, en la Antártica, una tercera parte de todas las especies acarinas.

Los tardígrados, finalmente, logran la protección de sus huevos a través de una envoltura quitinosa donada por una de las mudas de la madre.

Capacidad de resistencia de la fauna.

Recapitulando ahora, a modo de conclusión, las características más resaltantes de la fauna analizada, se hace del todo aparente la notable capacidad de resistencia frente a las más diversas condiciones ambientales, que es propia de todos sus componentes. Ni el frío polar logra vencerlos, ni sucumben, tampoco, a los bruscos cambios de temperatura, ni el agua dulce los ahoga, ni aún, el mar los afecta, logran cumplir su ciclo vital en los escasos instantes en que el hielo los libera de su abrazo, mortal para otros seres, y encuentran el sostén en alimentos que la inmensa mayoría rechaza. Es esta formidable frugalidad la que les ha permitido sentar pie y establecerse en una de las zonas menos aptas para la vida animal, del globo terráqueo.

Orígenes de la fauna

Esta misma capacidad de resistencia es la que hizo

posible su arribo a estas tierras. Unos habrán sido arrancados por vientos huracanados de continentes vecinos, flotando en el seno del temporal, a favor de sus cuerpecillos infinitamente livianos. Podemos suponer que éste ha sido el modo en que los primeros podúridos llegaron a zonas antárticas, basándonos en las "lluvias de colémbolos" que se han descargado una que otra vez en diversos puntos de la tierra, (Australia, etc., lit.: Hesse, 1924).

Otros de nuestros animales, habrán seguido, en cambio, la vía acuática en su largo peregrinaje. Los árboles y maderos descuajados en tierras lejanas, y que arriban, como hemos podido observar personalmente, a las costas antárticas, bien pueden transportar en sus grietas y rajaduras, ínfimos ácaros, cuyo poder de resistencia al agua de mar ya hemos señalado más arriba, (pág. 40).

Estas importaciones son responsables del carácter cosmopolita de la fauna, que puebla musgos y líquenes antárticos, como viene a comprobar el hecho de que ocho de los doce rotíferos Bdelloideos descritos para la Antártica, eran ya viejos conocidos de otras tierras.

Entre los colómbolos sur-polares figuran aún diversas formas nórdicas, europeas.

Mutaciones específicas en la población.

El arribo de todos estos seres a territorio antártico parece haberse realizado, sin embargo, en varios casos, en épocas ya lejanas, desde el momento en que algunas de las especies ofrecen características bien notables, que no se repiten, según los conocimientos zoológicos actuales, en otras partes del globo. Ocupa un lugar de primer rango, en este sentido, la especialización sufrida por los Oribátidos antárticos, que ofrecen un manifiesto diformismo sexual, fenómeno que no ocurre en otras formas conocidas. Este tipo de evolución, por otra parte, indica

un progreso asombroso, revelando que las condiciones ambientales antárticas, a pesar de su inclemencia, quién sabe si justamente por ella, no se oponen a la evolución progresiva de su fauna terrestre. Más adelante volveremos a encontrarnos, en otros grupos faunísticos, con el mismo problema.

Encontramos otro fenómeno, que revela, también, la avanzada especialización, propia de algunos seres antárticos, en el carácter áptero de los Chironomídeos, más arriba citados. Casos análogos nos brindan diversas faunas insulares. Así, es sabido que, de diecisiete géneros que pueblan la isla Crozet, catorce carecen de alas funcionales. De ocho dípteros de las islas Kerguelen, por otra parte, siete son ápteros.

Gran número de insectos con alas reducidas se encuentran, también, en Nueva Zelandia y Tasmania, ejemplo particularmente significativo al recordar que, el continente australiano, en marcada contraposición, carece, prácticamente, de tales formas.

También en las Georgias del Sur y en las islas Auckland, se citan varias especies ápteras.

Múltiples autores han buscado el origen de esta notable particularidad en los vendavales que azotan de continuo el ambiente llano y falto de protección, propio de todas estas formas, corriente de aire que habría de barrer y destrozar todo insecto alado entregado al vuelo. Teoría muy sugestiva en atención al caso de la gran *Tipula septentrionalis*, de las islas Propof (árticas), desprovista de alas funcionales en este biotopo, y normalmente alada en las múltiples regiones continentales de su radio de distribución.

Una estrecha relación entre estructura y calidad ambiental no puede ser, en consecuencia, negada. Pero, la naturaleza íntima, el origen del fenómeno, permite, por lo menos, dos interpretaciones diferentes.

Generalmente, se ve, en el conocido mecanismo,

mutación casual, selección ambiental, la clave de estas estructuraciones. Sin embargo, no estamos ciertos del carácter hereditario de esta cualidad, carácter que sólo la experimentación podría determinar. Antes bien, tenemos en el ejemplo ártico citado (*Tipula septentrionalis*), una indicación que hablaría en favor de su calidad fluctuacional, coromórfica.

La influencia de las condiciones ambientales sobre el desarrollo individual de los animales, y, en especial, de los insectos, es ya bien conocida y nos induce a admitir la posibilidad de que sea este mecanismo, —que no influenciaría al germinoplasma—, la causal de la formación de alas rudimentarias en insectos de ambientes expuestos a continuos y huracanados vendavales.

Un ejemplo característico de estos hechos nos lo brindan los zancudos transmisores de malaria, del género *Anopheles,* del norte de nuestro país, en cuyas larvas hemos podido determinar experimentalmente modificaciones fluctuacionales profundas, perfectamente adaptadas a condiciones ambientales diversas.

Es sabido que, en el desarrollo normal del ala de los dípteros, en especial, juega un rol determinante el correcto desplegamiento de esta estructura, a continuación de la eclosión del imago de su muda de ninfa. Podemos dudar, con sobrados motivos, de que nuestras mosquitas antárticas logren abrir una sola vez sus alas en el ambiente enmarañado a que se ven relegadas. Bien pudiera corresponder, entonces, a la influencia directa de su biotopo particular, la responsabilidad por el desarrollo rudimentario de las alas de estos dípteros ápteros. Puesto el caso, finalmente, de un ejemplar que lograse desplegar correctamente sus alas, a despecho de las dificultades ambientales, sería barrido por el viento en el primer intento de vuelo, de tal modo que, estos individuos, no caerían normalmente en poder del zoólogo coleccionista.

C.— La vida en las tierras antárticas descubiertas de nieve.

La coraza de hielo que ciñe, en invencible armadura, a tierras y mares antárticos, durante los terribles meses de su larga noche, fusionando continente, islas y océanos, en un solo bloque ininterrumpido, cede al impacto del nuevo sol primaveral, que fragmenta con duro rechinar, su sólida cubierta. Las aguas, liberadas de su techumbre invernal, aprenden de nuevo sus viejos juegos, y la ola desencadenada destroza con ímpetu creciente los muros cedientes de su prisión.

Se derrumban, entonces, también, en montañas y paredones, los acantilados del hielo continental (lám. VI). Día a día disminuye así la helada mortaja, hasta que, repentinamente, logra aparecer un nuevo medio de vida antártico, sepultado, hasta aquí, por otro tan diverso: se descubren finalmente, las rocas y la tierra.

Antes aún del desaparecimiento total del pack-ice, acuden ya, guiados por fiel instinto, en la busca del nuevo ambiente, los primeros seres que han de dar vida bulliciosa y activa en los meses venideros, a las zonas antárticas despejadas de nieve y hielo.

En largas columnas avanzan, infatigables, los pingüinos Adelia (fig. 14). (*Pucheramphus adeliae*, Homb. y Jacquinot), por sobre los fragmentos del hielo oceánico, en demanda de islas y tierra firme. Decenas de kilómetros sobre las aristas cortantes del duro substrato, han vencido la resistencia de los tejidos protectores de aquellas patitas que dejan tras sí, en lo blanco, la roja evidencia de las heridas, sin lograr refrenar, ni con ello, la determinación acerada de los pequeños cerebros que las dominan y orientan con impulsos instintivos inamovibles.

Tras largos días de tormentoso esfuerzo finalmen-

te, alcanzan las aves la meta codiciada: terrenos en mayor o menor grado despejados de nieve. Su resistencia térmica tan notable, les permite, ahora, endurar también las nevazones que sepultan repentinamente, pero por pocos días, de nuevo en esta época, las tierras apenas rescatadas por el sol. La avanzada adaptación de esta especie a la nieve, se revela ya en la construcción de su pico, cuyos orificios nasales reciben la protección de empalizadas de plumas especiales que evitan la penetración de los blancos cristales. En el pingüino antártico, o de collar, (*Pygoscelis antarctica,* Forster), (fig. 14), menos especializado en este sentido, sólo se evidencian escasas plumitas protectoras, en tanto que el pingüino papua (*Pygoscelis papua,* Forster), (lám. X), carece de ellas totalmente.

No transcurren muchas semanas antes del arribo de nuevos visitantes. Allí vienen las escuelas de regordetes pingüinos papuas y bulliciosos pingüinos de collar (*Pygoscelis antarctica,* Forster), que abandonan en los primeros tiempos su elemento natural, el agua, solamente para el reposo de la noche.

Día tras día se anima el cuadro con la llegada de petreles gigantes, (lám IX), gaviotas salteadoras, de ocre uniforme (fig. 18), blancas palomitas antárticas, (fig. 7), moteadas palomas del cabo, delicados y pequeñitos petreles de Wilson (lám. XIV), y, en medio de toda esta masa alada, los bultos inmensos de los elefantes marinos (*Mirounga leonina,* Linnaeus), (lám. VII).

A la medida en que se completa la comunidad de vida de tierra y rocas antárticas, se anudan de nuevo, también, los lazos vitales, interrumpidos el año anterior y que ligan y fusionan suertes y destinos de sus diversos componentes.

La caótica confusión de los primeros días bien pronto entra en cauces precisos, y el caudal diversificado de vida se ordena de acuerdo con sus modalidades especí-

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE



LÁM. VII.—*Mirounga leonina*, elefante de mar.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

ficas. Se define, en primera instancia, el "Leitmotiv" funcional que ha reunido en tierra a tantos seres de aire y aguas, manifestándose, por doquier, actitudes y hábitos característicos del ciclo reproductivo.

Los elefantes de mar, ya a los primeros días de su arribo, dan a luz sus encantadoras crías, en tanto que la avi-fauna se entrega a los preliminares del juego nupcial. En todas partes solucionan activos machos sus pendencias amorosas a picotazos y golpes de alas. Tanto ellos, como en varias especies, también, el bello sexo, inician las delicadas ceremonias prenupciales con amplio despliegue de voces y actitudes seductoras.

Pero al lado de estas románticas actividades, no se olvidan, tampoco, las exigencias del estómago, a cuyas demandas se dedica de continuo una buena parte de la concurrencia, sobrevolando las aguas costeras, o buceando en su seno las presas apetecidas.

Ahora, en medio de este animado escenario de amores y tranquila pesca, ronda también la muerte sobre las alas silenciosas, pero terriblemente efectivas, de la gaviota salteadora, (*Catharacta skua*), que cobra su diezmo, de preferencia, entre las aves más pequeñas, indefensos petreles enanos. Las fatigas horrendas de las largas migraciones de venida, también se hacen responsables de un buen número de los cadáveres de pájaros niños que flanquean el litoral.

Las blancas y bellísimas palomitas antárticas (*Chionis alba*, Gmelin), parientes de nuestros vocingleros pilpilenes (*Haematopus*), se encargan, muy en desacuerdo con la angelical apariencia que las distingue, de dar sepultura en sus propios estómagos a los fenecidos. Con nervioso y enérgico paso que acompañan, al modo de palomas verdaderas, con sincrónicas inclinaciones de sus cabezas, recorren, estas extrañas aves, a favor de sus patitas firmes, muy semejantes a las de nuestras perdices de mar (*Numenius*), el litoral pedregoso, a la bus-

ca de cadáveres. De trecho en trecho, interrumpen su andar para escudriñar los alrededores, en notables poses de estatua. Ya en presencia del bocado apetecido, se esfuma ahora todo parecido con las gentiles palomas. En ímpetu salvaje, arrancan, con potente pico, las cubiertas en la carroña, para alcanzar el contenido de sus cavidades. La cara desnuda, cuyas zonas emplumadas aún se ven protegidas por verrugas, (fig. 7), únicas en un ave de zonas frías, les permite adentrar aún todo el pico en la presa, sin ensuciar directamente el plumaje, recordando, entonces, la estructuración de otros volátiles de hábitos alimenticios semejantes, como buitres y marabúes.

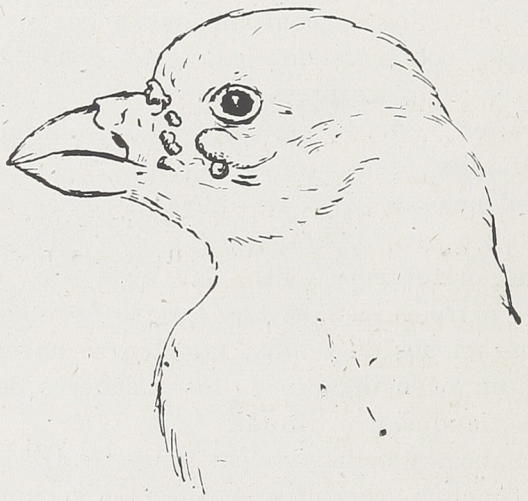


FIG. 7.—*Chionis alba*.
Orificios nasales protegidos por extensa cubierta córnea, áreas desnudas verrucosas.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

A despecho de estos mecanismos protectores, salpican sangre y restos orgánicos despedazados al albo cuerpecillo, a medida que el festín avanza, atestiguando la gula del ave. También las placentas del elefante marino

son bocados apetitosos para ellos; tampoco desprecian crustáceos, moluscos, y aún algas verdes, revelando, con ello, una notable capacidad omnívora, que ya se traduce en su tracto digestivo por un ciego bien desarrollado. El comportamiento de ejemplares cautivos, que se mutilan unos a otros, a despecho de abundante comida, a su vez, tiende a reducir la primera impresión de dulce y romántica belleza que despierta la paloma antártica en nuestro espíritu.

En ocasiones más raras podemos sorprender, también, al petrel gigante (*Macronectes giganteus,* Gm.), en hábitos cadaverífagos semejantes a los de *Chionis.* Sus miembros potentes, afianzados muy distintamente que en la mayoría de sus parientes, le permiten recorrer, también, aunque con cierta dificultad, la tierra firme. Con sus picos enormes arrancan bocados voluminosos de grasa y carne, que degluten enteros por el dilatable esófago. Cuando el banquete ha resultado opíparo, se rellenan en tal forma estas grandes aves, que su peso se hace excesivo para emprender el vuelo, y sólo puede realizarse después de la eliminación de las masas ingeridas, a través del proceso digestivo normal, o del vómito, que se desencadena en el momento en que algún enemigo urge a la huída al ave glotona.

Una vez que la época de las nupcias ha dado paso ya a aquella otra, menos romántica, y bastante más fatigosa, durante la cual se construyen los nidos, se realizan las puestas, y, finalmente, los atribulados padres han de satisfacer las demandas alimenticias desmedidas de sus insaciables descendientes, cambia también, notablemente, el aspecto del ambiente que nos ocupa.

Por una parte se organizan en este período las "colonias de puestas", de muchas especies, que ya de lejos se revelan en la viva coloración, ya amarilla, ya roja,

que los excrementos, teñidos con el pigmento de las presas, imprimen al terreno.

Pingüinos adelia y papua, se establecen lado a lado, en tanto que sus parientes, los pájaros niños de collar, ocupan terrenos más abruptos, en compañía de cormoranes antárticos (*Phalacrocorax atriceps,* King), cuyos machos resaltan por anillos perioculares de un azul brillante. (fig. 8).

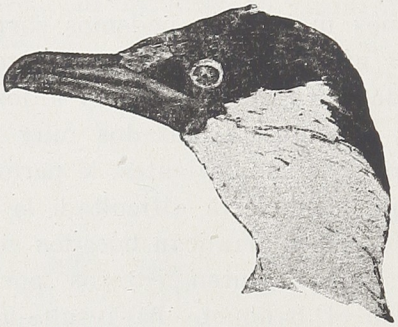


FIG. 8.—*Phalacrocorax atriceps.*
Cabeza de macho adulto con anillo peri-ocular y carúncula frontal.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

En la cumbre de pequeñas elevaciones del terreno acomodan sus crías los petreles gigantes, mientras que sus parientes pequeños cavan profundas cuevas en el flanco de los cerros, en donde se ocultan durante el día con su único huevo, huyendo de la implacable gaviota salteadora.

Las golondrinas de mar, (*Sterna vittata,* Gmelin.), (lám. XIV), chillonas y batalladoras, realizan, en cambio, la puesta, en colonias al descubierto, confiando en la propia habilidad para ahuyentar a sus enemigos. Basta poner el pie en uno de estos dominios, para apreciar de inmediato la efectividad de sus ataques, extremadamente ruidosos, que logran incomodar aún al hombre mismo.

La gaviota salteadora y la blanca gaviota común (*Larus dominicanus,* Licht.), (fig. 9), antiguos conocidos de nuestras costas continentales, establecen, en cambio, nidos individuales, como es costumbre en sus congéneres.



FIG. 9.—*Larus dominicanus.* Cabeza de macho adulto. (Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

Las bravas skúas emprenden, luego, como caballeros feudales de vieja estampa, incursiones de rapiña, que las llevan hacia colonias vecinas de pingüinos, cuyos huevos, primero, crías indefensas, más tarde, van a llenar los picos siempre abiertos de sus propios hijuelos.

Los petreles gigantes siguen, a su vez, costumbres análogas, cebándose en pingüinos jóvenes y adultos, mientras que la paloma antártica se dedica a robar huevos y crías débiles.

Mano a mano con el desarrollo sucesivo de los jóvenes se va perdiendo el orden primitivo que rige en cada una de las colonias de puesta. A medida que las crías logran ensanchar su radio de acción, abandonando el nido, aumenta también la confusión, la suciedad, y como corolario, la muerte de sus pobladores. Así perece un buen número de pingüinos bajo las pisadas de sus propios congéneres, cuyos desordenados tropeles aplastan y ahogan al pobrecito que cae bajo sus plantas.

En tanto que mamíferos y aves de tierra y rocas antárticas se desempeñan en relación directa a este ambiente, dan abrigo, a su vez, algunas especies, a pequeños parásitos malófagos (*Philopterus melanocephalus,* Nitzsch y *Degeeriella charcoti,* Neumann en *Pagodroma nivea,* Forster), que se localizan entre las plumas de sus huéspedes a favor del microclima adecuado que les brindan esos organismos homoiotermos.

Llega, finalmente, el momento en que las crías de todos los pobladores que nos ocupan han alcanzado un desarrollo compatible con el largo viaje que ha de llevarlos a zonas menos rigurosas durante el invierno polar, que inexorablemente se avecina. Un plumaje adecuado para las funciones específicas del vuelo o de la natación recubre ya su cuerpo. Los padres van abandonando, entonces, a sus descendientes rumbo al norte, y, un buen día, urgidos por hambre y frío, se dan éstos, también, al peregrinaje.

Las primeras masas de nieve que avanzan en medio de furiosas tormentas de invierno, se encuentran, entonces, con nidos abandonados y tierras revueltas por la agitada actividad de toda una generación de aves allí nacidas. Sólo uno que otro de los adultos, muy viejos ya, o demasiado enfermo para huír del invierno, y las escasas crías atrasadas en el desarrollo, son aliviados para siempre de sus sufrimientos por el frío blanco que comienza ya de nuevo su reinado por las tierras antárticas, durante los largos meses venideros.

Distribución latitudinal de la fauna.

El conjunto faunístico de tierra y rocas antárticas que hemos tratado de delinear en sus grandes rasgos en los párrafos precedentes, ofrece ahora diferencias en su composición, que se hallan directamente subordinadas a las condiciones ambientales, cambiantes en diversas regiones geográficas de la zona antártica.

Debemos responsabilizar, en primera instancia, al frío, como causal de tales diferencias. Su influencia sobre los organismos analizados se revela típicamente en el caso del pequeño petrel de Wilson (*Oceanites oceanicus*, Kuhl), cuyas razas de menor tamaño ocupan la periferia de la región antártica, siendo reemplazadas por subespecies más y más voluminosas cuanto más australes en su habitat (fig. 10).

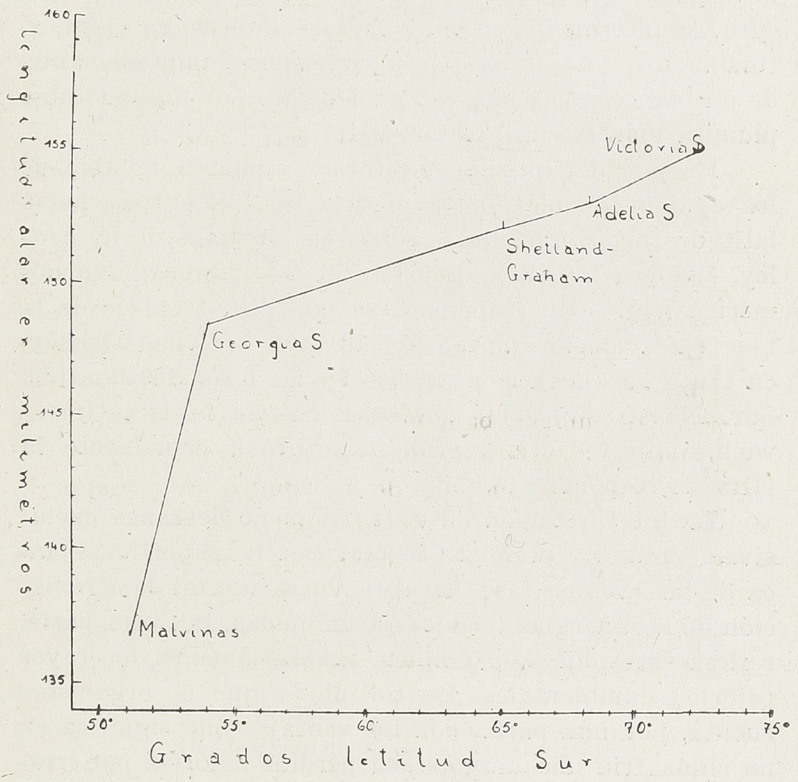


FIG. 10.—Longitud alar de *Oceanites oceanicus* en latitudes diferentes. Se observa que el tamaño del petrel va en continuo aumento en relación directa a su distribución más austral.

La relación entre el tamaño total del cuerpo y la superficie de irradiación calórica, que se desplaza en

favor de la segunda en los organismos más pequeños, nos da la clave de tal estado de cosas (véase pág. 308).

El mismo factor ambiental, la baja temperatura, decide también, directa o indirectamente, la coloración de algunas aves antárticas. Del mayor interés resulta, en este sentido, el análisis de las diferentes fases de pigmentación del petrel gigante (*Macronectes giganteus*, Gmelin). Esta especie ofrece, como es sabido, individuos de cuatro tipos distintos de coloración: la forma obscura, la intermedia obscura, la fase intermedia clara, y, finalmente, un plumaje particularmente impresionante, de un blanco puro, punteado solamente por una que otra plumita más obscura (lám. VIII).

Es posible apreciar ahora un aumento notable de los ejemplares blancos, a medida que se avanza hacia latitudes más altas. Basándonos en los datos de R. Ardley, 1936 (lit. Ardley, 1936), podemos expresar aún numéricamente este fenómeno, ya que el porcentaje de la fase clara alcanza apenas el 10% en las islas Orkney, en tanto que llega a un 12,5% en las islas Shetland del Sur. Nuestras propias observaciones en la isla Greenwich, de este último grupo, confirman plenamente la cifra correspondiente.

La interpretación de este fenómeno descansa exclusivamente sobre premisas fisiológicas. La superficie blanca de las aves en fase clara, tiende a impedir la irradiación de las energías térmicas acumuladas. Por otra parte, refleja este plumaje, también, necesariamente, los rayos calóricos ambientales. De tal modo que el organismo cuenta, por una parte, con las ventajas que significa en un clima frío una muy escasa pérdida calórica por irradiación. Por otra parte, sin embargo, se impide, a través del mismo mecanismo, la entrada al cuerpo del calor ambiental, factor negativo que se ve sobrecompensado por la ventaja señalada.

La coloración blanca de estos individuos ahora pa-


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. VIII.—*Macronectes giganteus*.
Dos fases de plumajes del petrel gigante.
(Fot. de Hans Hellfritz).

rece corresponder a un carácter mutacional y, en consecuencia, hereditario. Mis propias observaciones demuestran que las parejas con uno de los padres en fase clara generan crías blancas también, lo que vendría a indicar una cualidad de dominante para esta variación.

Los ejemplares claros, entonces, logran avanzar sin daño, en razón de sus condiciones térmicas más adecuadas, hacia latitudes mayores que sus congéneres más obscuros, lo que nos explica la distribución señalada, de ambas formas.

La selección habrá de favorecer, por otra parte, a los petreles gigantes blancos, que deberán reemplazar, con el tiempo, a los obscuros, vaticinio que encuentra su apoyo en una interesante observación (lit.: Ardley, 1936), según la cual existía, en 1906, solamente un 2% de estas aves de fase blanca en las islas Orkneys. Hemos visto, más arriba, que en el año 1933 se elevaba esta proporción al 10%. Todo indica, pues, que el proceso de reemplazo de las formas obscuras inadecuadas, por individuos blancos, mejor adaptados, ya está en plena marcha.

La influencia de las condiciones ambientales, diversas en las distintas zonas antárticas, se traduce, también, en la ausencia de ciertas especies, más sensibles en los sectores australes, y su presencia en la periferia de esta región. Vale de ejemplo a este efecto la distribución de los grandes albatroces (*Diomedea exulans,* L.; *D. melanophris,* Temm.; *D. chrysostoma,* Forster), que sólo anidan en las islas antepuestas al continente, sin pisarlo jamás. En este caso, el factor biológico responsable vendría a ser, a mi juicio, el largo período de permanencia en el nido de sus crías, nidícolas, en verano, otoño, y aún, parte del invierno.

El pingüino macaroni de amarillas crestas (*Eudyptes chrysolophus,* Brandt), también sigue un régimen semejante al anidar en Georgia del Sur y las islas Ork-

neys, pasando sólo en raras ocasiones más al sur. La presencia de algunos de sus nidos en la isla Decepción, temperada por una actividad volcánica que aún subsiste, demuestra, por su parte, que la repartición de esta ave se debe, en primer lugar, a las condiciones de temperatura del ambiente.

La situación ambiental, tan particular, de la isla Decepción, explica, igualmente, la ocurrencia accidental de otras aves de tierras templadas en sus terrenos (*Bartramia longicauda*, L., y *Anas spinicauda*). La influencia de su calor volcánico se hace ver, por último, también, en la anidación de la gaviota común, la cual establece allí sus nidos con tres semanas de antelación a la fecha en que anida en las islas Falcklands (Malvinas).

Finalmente debemos señalar, todavía, la ausencia de elefantes de mar en las costas del continente antártico, que contrasta con su concurrencia a las islas antepuestas, motivada, también, por la temperatura más y más baja en dirección polar.

Agrupación ordenada de la fauna.

Ya en la primera parte de este capítulo, al deshilar la madeja de las interrelaciones que nexan los diferentes componentes del ambiente que nos ocupa, hemos llamado la atención hacia el manifiesto orden que es posible apreciar en la agrupación de los diversos seres, cuyas especies se acomodan en el reducido espacio disponible sobre sectores perfectamente delimitados.

Basta pensar en los incontables miles de individuos de especies diferentes, que componen las grandes colonias de puesta antártica, para comprender, de inmediato, la vital importancia de su ordenación separativa en el terreno. Allí deben convivir los grandes con los pequeños, los débiles al lado del fuerte, los pacíficos con los luchadores. Este problema se resuelve plenamente al asignar a cada uno de los tipos morfo-funcionales di-

ferentes, un sector ambiental bien preciso y caracterizado del biotopo total disponible.

Los factores que impulsan a las distintas especies en la elección de su lugar de preferencia en el medio de vida, son de índoles bien diversificadas. Tratemos de dilucidar, en lo que sigue, el mecanismo causal a través del cual se realizan algunas de estas elecciones en el ambiente antártico.

Capacidades de translación y elección del sector ocupado

En la mayoría de los casos es dable apreciar una clara relación entre la calidad del sector ocupado y las posibilidades dinámicas del animal correspondiente.

Ya el gran mamífero, el elefante de mar, (*Mirounga leonina,* L.), que canjea su líquido elemento, como ya hemos visto más arriba, en favor de la tierra, para los fines de la reproducción, nos dona un claro ejemplo de la influencia que ejercen las capacidades de translación espacial en la elección del sector que ha de ocupar la especie en tierra.

La pesada mole de sus corpachones, que alcanza en los machos a más de cinco metros de largo, llegando aún en las hembras a la respetable cifra de tres metros, se desplaza con facilidad solamente en el agua. Las gruesas capas de tocino, que envuelven en un manto continuo todo el cuerpo, actúan como eficaces flotadores en el seno del líquido elemento, donde desaparece toda la lastimosa torpeza del tosco gigante, que despliega, entonces, las más notables artes de la natación.

Estas mismas cubiertas de grasa, sólo tienden a aumentar el peso en el aire, dificultando enormemente todo movimiento. A despecho del desarrollo de las aletas pectorales largas, que no han alcanzado todavía, en este fócido, la especialización tan avanzada hacia la vida acuática que distingue al resto de los pinnipedios antárticos (lám. VII, pág. 50), se hace sumamente difícil

la locomoción terrestre. El peso corporal resulta excesivo para estas aletas que intervienen, en consecuencia, sólo con bastantes limitaciones en la deambulación. Los músculos, extraordinariamente potentes, de la columna vertebral, en cambio, cumplen un rol en mucho, más efectivo. Tal como el resto de las focas antárticas, repta y arrastra entonces, el gigante, su masa informe, sobre el terreno, haciendo apenas uso de las aletas pectorales para levantar el tórax. En esta propulsión actúan activamente, también, los miembros posteriores, que pueden ser llevados oralmente, bajo el vientre. Como consecuencia de tan difícil locomoción terrestre, se localizan los elefantes en el reborde del litoral costero, sin intentar el avance hacia zonas interiores de mayor altura.

El factor dinámico también determina la elección del nidal de muchas aves, y es posible distinguir así, en las tierras y rocas antárticas, todo un escalafón de especies que se ordenan desde el litoral hasta los más altos riscos costeros.

Las zonas más bajas, vecinas a la costa, son los sitios elegidos de preferencia por cómodos pájaros niños papuas (*Pygoscelis papua,* Forst.) y adelias (*Pucheramphus adeliae,* Hombr.). Su pariente, el pingüino de collar (*Pygoscelis antarctica,* Forst.), notable andinista, ya busca las rocas más abruptas y de acceso más difícil, adonde lo acompañan elegantes cormoranes antárticos, que arriban en grácil vuelo.

Los grandes petreles gigantes (*Macronectes gigantens,* Gm.), seleccionan, por su parte, las cumbres de pequeñas elevaciones del terreno para establecer el hogar, en atención a la longitud desmesurada de sus alas, que les hace imposible, al igual de los albatroces, emprender el vuelo desde tierra plana, ya que las puntas de sus remigias golpean allí el suelo sin encontrar espacio suficiente para realizar un movimiento completo, capaz de elevar al voluminoso cuerpo. Una prolongada

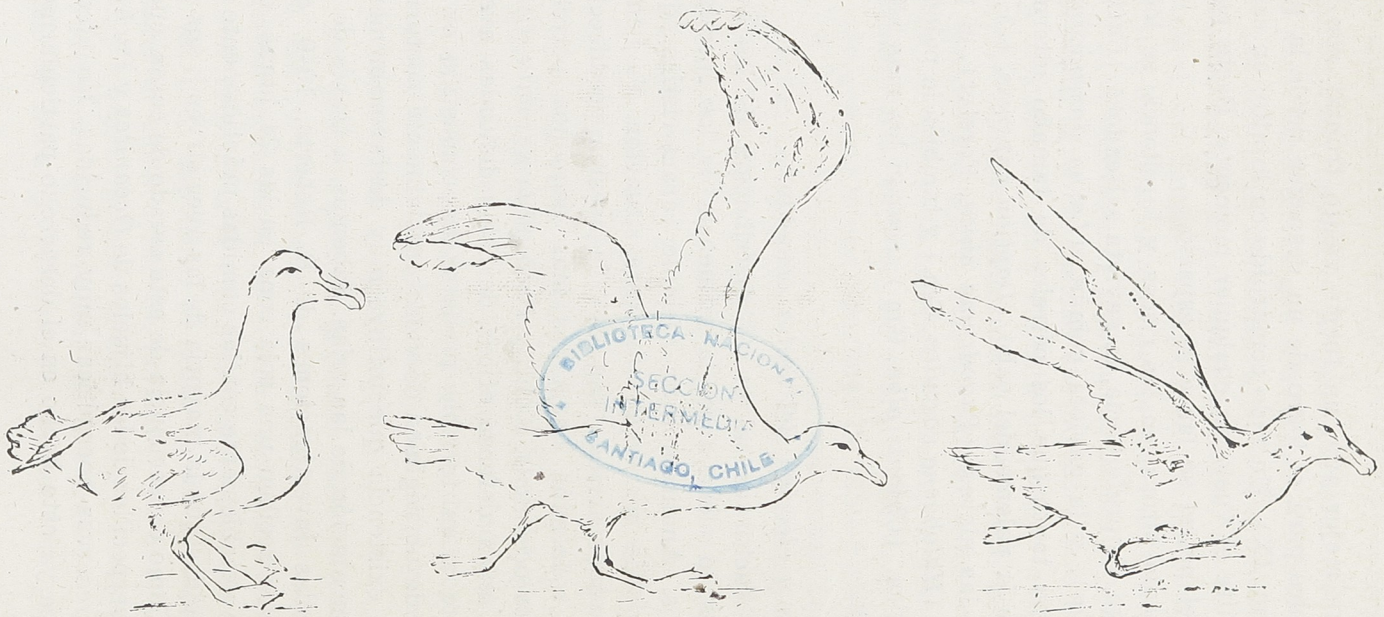
carrera, o, mejor aún, un fuerte viento frontal, son indispensables para el logro de un despegue desde la planicie, (lám. IX). Un nido construído en lo alto, en cambio, permite el vuelo en cualquier momento. Basta para ello que el petrel se lance al espacio.

A media altura, en los riscos y farellones, se localizan luego, de preferencia, la gaviota salteadora (*Catharacta skua*), y la gaviota común, (*Larus dominicanus,* Licht.), en tanto que los petreles de tamaño intermedio, como la paloma del cabo (*Daption capensis,* L.), el petrel de las nieves, (*Pagodroma nivea,* Forster), el petrel azul, (*Halobaena coerulea,* Gm.) y también la palomita antártica, (*Chionis alba,* Gm.), ocupan los más altos paredones.

Enemigos y elección del sector ocupado.

Otro factor causal en la distribución de las aves antárticas, lo viene a ser la influencia de los enemigos específicos. Analicemos un ejemplo característico, que, a mi modo de ver, representa esta situación. Ya hemos enunciado más arriba (pág. 51), la asesina predilección que guía a la skúa hacia los más pequeños petreles, (*Oceanites oceanicus,* Kuhl, y *Pachyptila desolata,* Gmelin). La única defensa eficaz de estas delicadas avecillas frente a su terrible predator ha consistido en la adopción de un régimen de vida esencialmente nocturno; modo de existencia que influye muy desfavorablemente en la alimentación de las crías. Sabemos, a través de las concienzudas investigaciones de B. Roberts, 1940, que los hijuelos reciben una sola cena en las 24 horas, que contrasta notablemente con las comidas prácticamente ininterrumpidas que la mayoría de las aves sirven a sus pequeños. Como consecuencia de este estado de cosas, cuentan los cuerpecillos de los hijuelos de *Oceanites* y *Pachyptila* con reservas energéticas muy reducidas. En efecto, se traduce ya este hecho en el desarrollo particularmen-

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. IX.—*Macronectes giganteus.*
Tres fases dinámicas sucesivas del petrel gigante al emprender el vuelo desde tierra plana.
(Del. S. M. de Pfeil, según fots. de Hans Hellfritz)

te demoroso de estas aves (39 a 48 días de incubación). Escasas reservas, por su parte, han de disminuír directamente la capacidad de resistencia del organismo afectado frente a las bajas temperaturas. El único camino para lograr, entonces, la supervivencia de las crías en el ambiente antártico, conduce a la construcción de cuevas, cuyo microclima, más o menos uniforme, proteja a sus cuerpecillos poco resistentes. (fig. 11).

Vemos pues, en conclusión, que la localización en galerías de los pequeños petreles que nos ocupan, debe interpretarse como una reacción directa frente a un enemigo específico en tierras antárticas, la gaviota salteadora.

Temperatura y elección del sector ocupado.

En la ordenación sobre el ambiente de los seres de tierras y rocas antárticas desempeña, también, un rol de importancia, la temperatura. Tuvimos ya ocasión de señalar con anterioridad, (pág. 59), que diversas especies de este medio de vida, como el pingüino macaroni, (*Eudyptes chrysolophus,* Brandt), solamente ocupan sus límites septentrionales, de menor inclemencia, excluyéndose con ello de las comunidades más australes. Por otra parte, observamos, también, que determinadas formas, —cito al pequeño petrel antártico (*Priocella antarctica,* Stephens), y el albo petrel de las nieves, (*Pagodroma nivea,* Forster)—, demuestran su predilección por las regiones más frías, evidenciando, con su presencia, el reinado de hielos y nieve.

La temperatura, sin embargo, no ejerce su influencia solamente en relación a la composición de la población en distintas latitudes, sino que se revela aún en la agrupación de las especies sobre el terreno.

Así, podemos atribuír a este factor la repartición respectiva de pingüinos papua y adelias, en una colonia mixta, donde los primeros ocupan, generalmente, la pe-

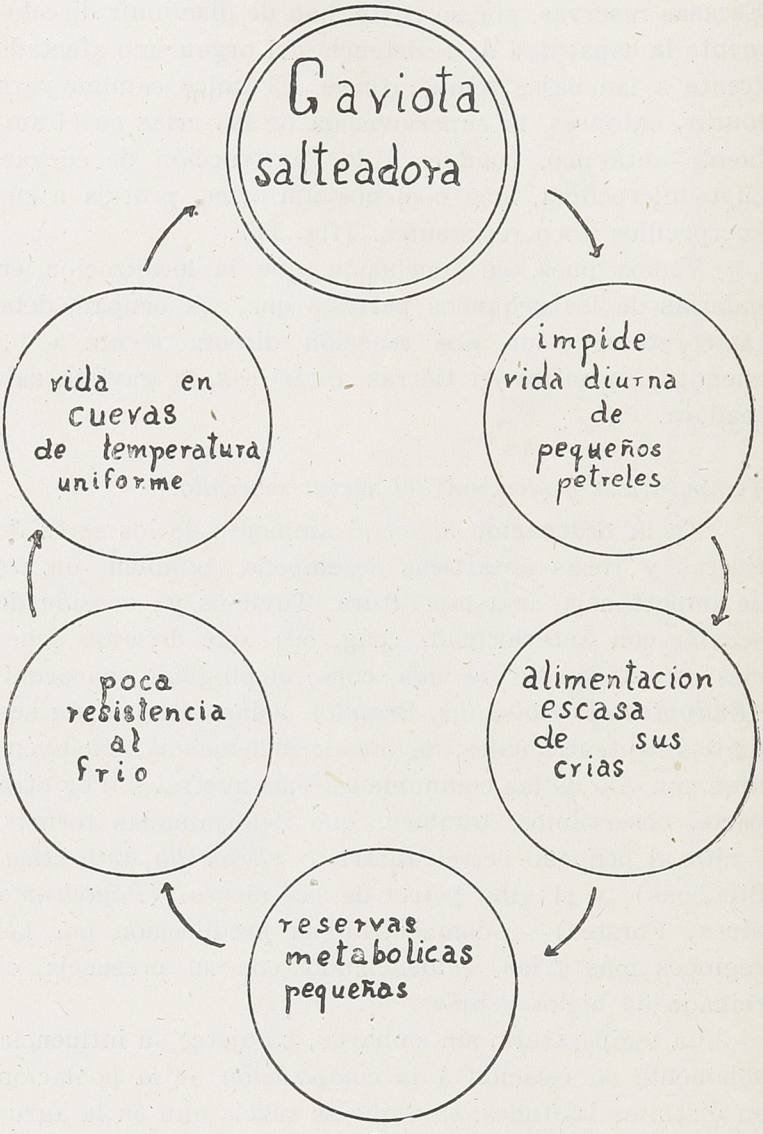


FIG. 11.—Cuadro esquemático de las relaciones de causa y efecto que se establecen entre la gaviota salteadora y los pequeños petreles en que hace presa.

riferia, en tanto que los adelias se disponen en las zonas centrales (lit.: Murphy). Para encontrar la interpretación de tal estado de cosas debemos recordar el ya mencionado arribo temprano de la segunda especie, notablemente resistente al frío. La elección de los mejores sitios, algo alejados de las aguas del mar, le pertenecen, entonces, por derecho propio, mientras que los papuas, rezagados, han de conformarse con las zonas bajas, periféricas, las únicas que no han sido ocupadas. Por otra parte, resulta de conveniencia también tal situación, más protegida de los vientos, al pingüino papua, que trata, en toda ocasión, de encontrar un lugar en lo posible abrigado, para establecer sus nidos (lit.: Ardley, 1936).

Ordenación de la fauna en relación a su radio de acción.

Hasta aquí hemos considerado en el problema de la agrupación de los animales, en tierras y rocas antárticas, solamente la localización de sus nidales. Sin embargo, influyen también, como factores de ordenación en las grandes colonias mixtas, las costumbres específicas de cada cual, que regulan y determinan el radio de acción de los individuos adultos, encauzando orgánicamente todos aquellos múltiples y diversificados modos de vida.

Ya el régimen de horas de actividad viene a cobrar, en este sentido, gran importancia, al separar en dos grupos, diurnos y nocturnos, a las aves descongestionando con ello, notablemente, el tráfico en tales agrupaciones.

Hemos señalado ya, más arriba, la modalidad nocturna para los géneros *Oceanites* y *Pachyptila,* a los que podríamos agregar todavía, como especie con frecuencia crepuscular, a *Pagodroma nivea,* el petrel de las nieves, cuyo vuelo he podido observar en la isla Greenwich, recién al caer de la noche.

Otra división se establece luego entre las aves que

sólo buscan la tierra para anidar, sin desempeñar otras actividades en este medio, y aquéllas otras que se desplayan durante gran parte del día sobre ella. En el primer grupo debemos enrolar, sobre todo, a los petreles, (con excepción de *Macronectes*), cuyas patitas, extraordinariamente delicadas ni aún les permiten mantenerse en pie con los miembros verticalmete estirados, obligándolos a apoyar, ya el tarso, ya toda la extremidad en el suelo. Los ágiles cormoranes, por su parte, sólo aterrizan en tierra para descansar de sus viajes aéreos o cuidar de las crías, sin congestionar el ambiente con correrías sobre el terreno.

Gaviotas comunes y gaviotas salteadoras ya se encuentran con mayor frecuencia sobre el terreno. Sobre todo las últimas utilizan este medio para recorrer las playas en la búsqueda de cadáveres.

Muy diferente es la situación de la paloma antártica (*Chionis*), que camina todo el día en medio de las colonias de puestas, por el litoral y los riscos de la costa, a la espera de algún pingüino descuidado que le permita robar un huevo, o de crías enfermas, o, finalmente, de los innumerables cadáveres de seres inferiores que la ola bota.

Ya hemos señalado (pág. 53), que también el petrel gigante se posa sobre tierra en busca de carroñas, y aún, a la caza de pingüinos jóvenes y adultos. Pero son los pájaros niños los que ocupan el mayor trecho sobre el suelo disponible, con sus colonias de nidos primero, sus crías aptas ya para andar, más tarde. Y aún los adultos pasan gran parte de su día recorriendo, ya solos, ya en grupos, el litoral costino. La estructura particular de su cuerpo los faculta muy en especial para realizar esta vida terrestre, con sus patitas de firme planta y el tronco erecto, mantenido por la recia musculatura de los canales vertebrales, que se inserta sobre voluminosas apófisis de la columna dorsal. No siempre adoptan

los pingüinos, sin embargo, la posición bípeda en sus caminatas, avanzando, al verse perseguidos, con asombrosa rapidez y a favor de alas y patitas, tendidos sobre el vientre, resistiendo, entonces, con indiferencia, golpes y caídas, que son amortiguados por su gruesa caparazón de tocino.

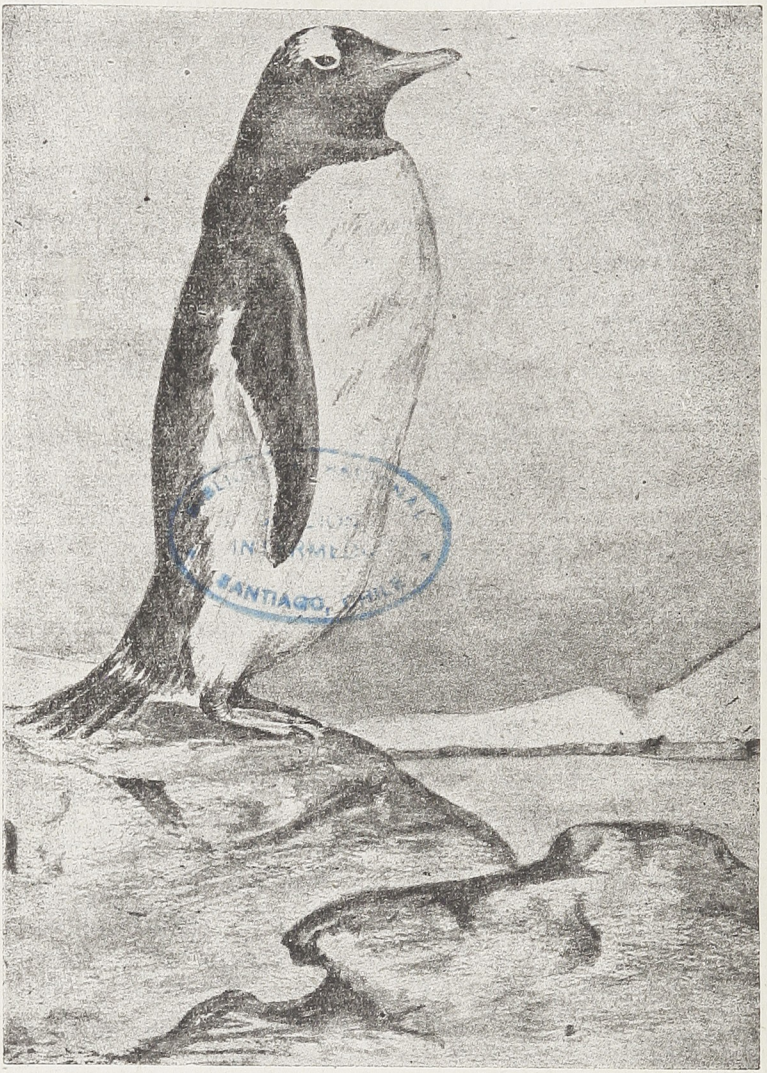
La larga cola de nuestros pájaros niños también cumple un rol en su dinámica sobre tierra firme al hacer las veces de sostén y apoyo, (lám. X), que cobra especial importancia durante los contorneos de la completa higiene corporal de estas aves, tan limpias cuando adultas, y tan miserablemente sucias, en cambio, en los primeros meses de su vida.

Citemos, por último, la presencia de las nocivas palomas antárticas en medio de colonias de papuas que revela, por su parte, la indolencia y tranquilidad de éstos pájaros niños, cualidades que resaltan aún más al lado del comportamiento de los luchadores pingüinos antárticos, vivaces y activos, que no admiten jamás al blanco ladrón en sus cubiles.

Actividades de la reproducción.

Hemos esbozado en las páginas precedentes de este capítulo, el aspecto general del ambiente aquí considerado, deteniéndonos en la discusión de los factores que determinan algunas de las facetas morfológicas y funcionales características de su fauna. Dediquemos, en lo que sigue, nuestra atención al análisis más detallado de las actividades reproductoras, responsables, en última instancia de todo ese conglomerado de vidas en tierra firme.

En lo referente a la sucesión de los diversos períodos que componen al ciclo genésico en tierra antártica, se revela una diferencia fundamental entre el único mamífero de este ambiente, el elefante de mar, por una, y las aves, por otra parte.



LÁM. X.—*Pygoscelis papua.*
Pingüino papua apoyado en su cola.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

En tanto que la rica gama de funciones correspondientes se inicia en las aves, luego después de su arribo, con el juego nupcial, para terminar con la crianza de los pequeñuelos, comienzan los elefantes por dar a luz a la cría, concebida el año anterior, finalizando con las nupcias, que han de engendrar al hijuelo de la próxima temporada. Pasada la época primera de las pariciones, comienzan los enormes machos a reunir sus haremes de dos a cinco hembras. Su impresionante trompa, desplegada e inflada al máximo durante el cortejo, cumple entonces, con muchas probabilidades, un rol, de la más vital importancia, al actuar como carácter epigámico incitante, que desencadena en las hembras el fluír de aquellas hormonas que han de preparar al organismo materno, principalmente, para la anidación del óvulo fecundado. Su acción de fulminante se traduce en la estructuración íntima de la mucosa uterina, futuro hogar del nuevo ser, que debe recibir allí esas energías vitales que construyen, a partir de una microscópica célula, al complejo sistema, de maravillosa armonía, del nuevo elefantito.

En las aves de este ambiente se inicia el período, en cambio, tal como ya hemos enunciado, con los juegos nupciales, despliegues de arte y ternura que han de inducir a la pareja elegida a la maduración hormonal última.

Han pasado ya los tiempos en que se admitían las ideas darwinianas que atribuían un valor de selección estética, sensorial, a los atributos epigámicos, sexuales secundarios de las aves, cuya importancia se busca actualmente, muy al contrario, en el efecto inmediato, ya señalado, sobre las secreciones hormonales del consorte (lit.: Huxley, 1938; Roberts, 1940).

Una contraprueba que, a su vez, demuestra la exactitud de estos asertos, se ve, a mi juicio, en los plumajes juveniles que cubren por años a sus portadores en al-

gunas especies. Este caso lo representa, en tierras antárticas la gaviota común, (*Larus dominicanus,* Licht.), que lleva durante sus tres primeros años de vida un plumaje gris, del todo distinto al vivo blanco y negro que adorna a los adultos. El valor de protección mimética, que generalmente se supone para estas cubiertas en las crías de aves, no puede aplicarse, en este caso, al tratarse de individuos inmaduros, solamente en el aspecto gonádico,



FIG. 12.—*Pygoscelis papua.*
Macho adulto en profunda reverencia que hace resaltar su mancha cefálica blanca, carácter epigámico.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

pero tan capaces como sus padres para defenderse de eventuales enemigos. Antes bien, podemos admitir que el resultado de su traje modesto evita errores funestos de sus congéneres ya adultos, que podrían reaccionar, al faltar tal índice morfológico externo, con la descarga de hormonas y la subsecuente maduración de los productos genésicos, inducidos, por una apariencia engañadora.

Podemos resumir las acciones que caracterizan a los juegos nupciales de la avifauna antártica, afirmando que con ellos se trata, en todos los casos, de exponer simplemente ante el consorte, las cualidades morfológi-



FIG. 13.—Arriba: *Pucheramphus adeliæ*, cabeza, provista de anillo periocular.
Abajo: *Pygoscelis antarctica*, cabeza, con collar negro.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

cas epigámicas. Su dinámica habrá de estar de acuerdo, en consecuencia, con la localización anatómica de estas características. Se explican así las profundas reverencias del pingüino papúa, que luce, entonces, el adorno de sus blancas manchas cefálicas (fig. 12). Los pájaros niños

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO CHILE

adelia y "de collar", en cambio, carentes de toda señal llamativa sobre sus cabezas, revelan en contorneos laterales los dibujos de sus cuellos (fig. 13). Me parece, además, muy probable, que en el pingüino adelia acciona en esos momentos, también, el anillo periocular como carácter epigámico incitante.

Otra ave llamativa en este aspecto, es el cormorán antártico, que cuenta con notable diformismo sexual en los ojos de bello azul y carúncula frontal amarilla de sus machos (fig. 8). La coloración de las verrugas desnudas en la cara de *Chionis* bien pudiera cumplir, también, funciones genésicas de descarga hormonal.

A la agrupación de un número elevado de individuos de una misma especie en colonias se le ha asignado, también, cierto rol de estímulo para las funciones reproductoras. En algunas aves fué posible, aún, establecer el número mínimo de componentes en tales asociaciones, que aún logran actuar como incitante indispensable para el correcto desencadenamiento de estas funciones. Observaciones personales, así como de otros autores, (lit.: Roberts, 1940), demuestran, sin embargo, que en el ambiente antártico este tipo de estímulo, social, no resulta indispensable, desde el momento en que también parejas aisladas, tanto de pingüinos como de petreles coloniales, consiguen crianzas normales.

Nidos

Una vez que la acción estimulante de los caracteres externos ha cumplido en la colonia sus funciones, y en todas las madres palpita ya un nuevo ser, llegan a su término, también, las construcciones más o menos complejas, que han de recibir la puesta.

La arquitectura de los nidos de aves antárticas presenta amplias diferencias en sus modalidades, resultantes, en gran parte, de cualidades inherentes a los instintos específicos de las diversas formas aviarias, pero en

los cuales cabe responsabilidad, naturalmente, también, a la calidad de los medios de construcción ofrecidos por el ambiente.

La grieta entre dos piedras, y unas pocas plumas, que sirven de todo colchón a los huevos de la gaviota común, corresponde, quizás, a la más sencilla expresión de nido en tierras antárticas. Las gaviotas salteadoras ya ejecutan con mayor dedicación el hogar de la cría, con plumas, musgos y líquenes, construcción que recuerda muy de cerca los nidos de la palomita antártica (*Chionis alba,* Gm.), y del tablero, (*Daption capensis,* Linnaeus).

Siguen en perfeccionamiento los nidales de nuestros pájaros niños: sencillas hondonadas limitadas por un reborde de guijarros y huesitos. Podemos distinguir, todavía, entre las construcciones mejor ordenadas del pingüino papua y los nidos descuidados de sus parientes adelia y "de collar".

El petrel gigante despliega ya mayores artes en la confección de sus nidos, siempre y cuando el ambiente brinde los materiales de construcción adecuados. Elabora, entonces, con pajas, musgos y piedras, edificios correctos en las islas más vegetadas, antepuestas al continente, como las Georgias del Sur. En las zonas australes, desprovistas de una parte de esos elementos, se conforma, en cambio, con los guijarros del litoral, que agrupa en círculo en derredor de la puesta.

La palma corresponde, finalmente, por su perfección, a los nidos del cormorán antártico. Pequeños torreones reciben aquí, en su trunca superficie, la concavidad del nido, bien protegida por muros periféricos. Dos especies de algas, (*Plocamium coccineum, Desmarestia aculeata,* lit.: Menegaux, 1907), apermasadas por las excretas del ave, valen de material de construcción. Año tras año se elevan más y más las torres de anidación, que vuelven

a ser recubiertas por nuevas capas en cada período de puesta.

A los nidos hasta aquí examinados se oponen por su técnica de construcción totalmente diferente, las galerías subterráneas de *Oceanites* y *Pachyptila*, que ya hemos tenido ocasión de mencionar. Responsabilizamos más arriba, también, (pág. 63), a la gaviota salteadora, de tan extraño modo de anidación en estos petreles, cuyo valor biológico estribaría en la protección térmica de las crías.

El complejo mecanismo que fundamenta la construcción de nidos subterráneos en ambos petreles, y en el cual accionan e interaccionan instintos milenarios, con reacciones recientemente adquiridas, no ha logrado alcanzar aún en tierras antárticas, una efectividad óptima. Me parece del más grande significado, en este sentido que muchas puestas de estas aves se pierden por una elección inadecuada del terreno expuesto, por citar un ejemplo, a los torrentes de las aguas de deshielo que ahogan, entonces, huevos y crías. Esta misma imperfección de las reacciones instintivas se nos revela en aquellas aves que ocupan, por un nuevo período, socavones invadidos por el hielo en el transcurso del invierno anterior, (lit.: Ardley, 1936). El porcentaje de pérdidas de crías resulta, en consecuencia, terriblemente alto, alcanzando el 65%, (lit.: Roberts, 1940). Observaremos, pues, en conclusión, que los pequeños petreles analizados no cuentan todavía con instintos del todo adecuados al ambiente antártico, fenómeno que no ha de extrañarnos al atender a su inmigración relativamente reciente. (pág. 294).

Tal como estos petreles, ocupan también otras aves polares un mismo nidal año tras año, como han demostrado fehacientemente las experiencias de anillación realizadas en *Pucheramphus adeliae* y en *Oceanites oceanicus*.

Puesta

Una vez construído el nidal, depositan en él, las aves que nos ocupan, su huevos, cuyo número, muy bajo, fluctúa entre uno y dos en las diversas especies, como señala el cuadro siguiente:

Especie	*No. huevos*
Pygoscelis papua	2
Pygoscelis antarctica	2
Pucheramphus adelia	2
Eudyptes chrysolophus	1
Diomedea exulans	1
" *melanophrys*	1
Macronectes giganteus	1
Daption capensis	1
Pachyptila desolata	1
Priocella antarctica	1
Pagodroma nivea	1
Oceanites oceanicus	1
Phalacrocorax atriceps	3
Chionis alba	2-3
Catharacta skua	2-3
Larus dominicanus	2-3
Sterna vittata	1

Muchas de estas aves están capacitadas para reponer huevos perdidos una, y aún, dos veces. Se ha demostrado, sin embargo, que las puestas sucesivas ya denotan menor tamaño.

Empolladura

Realizada la puesta, se dedican luego, padre y madre, a empollar los huevos. Me parece clara señal de adaptación al ambiente polar, que en todas las aves de estas latitudes intervengan ambos sexos en esta acti-

vidad, que no puede sufrir impunemente interrupciones a tan baja temperatura.

Vemos otra particularidad extremadamente útil para el habitat antártico en el robo de huevos, tan común entre los pingüinos. Basta que uno de los padres se aleje por un instante de los huevos que incuba, para que los vecinos se incauten de inmediato de ellos. El resultado de tan extraño proceder beneficia, naturalmente, a las crías, que se hallan, entonces, continuamente a cubierto del frío y de los enemigos que rondan sin cesar por las colonias.

Las complejas ceremonias realizadas por los consortes al relevarse mutuamente durante la incubación imprimen, por su parte, un sello inconfundible a la vida en tales colonias de puestas. Profundas reverencias, que recuerdan los juegos nupciales, y la gentil entrega de huesos y guijarros, por parte del consorte que arriba a la pareja que va a ser relevada, desempeñan, según las interpretaciones modernas (lit.: Roberts, 1940), el rol de aplacar y desvirtuar el normal instinto de ataque propio de toda ave que empolla, frente a los intrusos que se inmiscuyen en su cubil (4).

Crianza de los polluelos.

Una vez que las cáscaras empolladas han descargado ya su hambriento y vocinglero contenido, se tornan las colonias, hasta aquí relativamente tranquilas, en mundos de terrible agitación y ruidosa actividad, inherentes al cuidado de las crías.

El organismo de los pequeñuelos ya cuenta con es-

(4) No es necesario, sin embargo, que nos internemos en tierras antárticas para gozar de estas emocionantes actividades sociales, tan notables en los pingüinos, pues, se revelan también, aunque en grados menores, en el comportamiento de muchas de las bellas aves que dan vida, bien poco conocida, por desgracia, a las lagunas y esteros del dulce valle central de Chile.

tructuras bien útiles para la dura lucha por la vida en esas heladas tierras. Gruesísimos plumones, (lám. XI), de elementos neossóptiles, finamente deshilachados, captan entre sus mallas un amplio muro de aire aislador. Excepción a la regla hacen los polluelos del cormorán, que vienen al mundo prácticamente desnudos.

Como protección contra el frío podemos considerar, a mi modo de ver, también, la estructuración de las áreas desnudas en la cara de las crías del *Chionis,* que carecen aún de las características verrugas, carúnculas que necesariamente, han de aumentar en los adultos de un modo considerable, la irradiación calórica. Voluminosas capas de grasa colaboran, principalmente, en los pingüinos, en la batalla contra el frío.

Sin embargo, no bastan estos mecanismos, en ciertos casos, para mantener la temperatura mínima a que funcionan todavía los órganos de seres homoiotermos. Pero, a despecho de los enfriamientos así resultantes, que significarían la muerte para la inmensa mayoría de las aves, no sucumben todavía todas las crías de las especies antárticas afectadas, sobreviviendo bajo condiciones poiquilotermas a tan terrible experiencia. Debemos a las magníficas investigaciones de B. Roberts, 1940, la demostración de tan maravillosa e insospechada cualidad en las crías, de uno a cuatro días de edad, del gentil petrel de Wilson (temperatura= 25 grados C., contra 38,8 grados C., del adulto).

Finalmente, cabe señalar, todavía, que las agrupaciones de los pingüinos jóvenes, ya capacitados para abandonar al nido, pueden considerarse, también, como reacciones frente a la baja temperatura, ya que, indudablemente, disminuye la irradiación calórica de los 20 o 30 polluelos reunidos (lit.: Roberts, 1940).

Así como los neonatos de las aves antárticas cuentan con mecanismos especiales de protección contra el embate del frío, reúnen, a la vez, cualidades que les per-



LÁM. XI.—*Pygoscelis papua*.
Crías del pingüino papua.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

miten defenderse, aunque pasivamente, de los ataques de sus múltiples enemigos.

La coloración inaparente de sus primeros plumones los confunde así, ópticamente, con el ambiente, logrando despistar, probablemente, los ojos avisores de skúas y petreles. Sin embargo, es sabido que la utilidad biológica de estas cubiertas "miméticas" ha sido puesta en duda en los últimos tiempos. Experiencias bien llevadas han logrado demostrar, aún, que las aves insectívoras distinguen con la misma facilidad, tanto insectos de prendas chillonas, como aquéllos que para nuestro ojo cuentan con los más avanzados mecanismos miméticos. Pero, a despecho de que estamos ciertos del valor real de tales experiencias, no podemos menos que reconocer que, frente a otros seres, cumplen plenamente la labor de disfraces tales coloraciones. Basta observar, para ello, tal como personalmente me ha tocado en suerte ver, la búsqueda infructuosa, aunque repetida durante largas horas, por una gaviota salteadora, de un polluelo de la golondrina de mar antártica, que, al ver la sombra de su terrible enemigo, se acurrucó entre dos guijarros, haciéndose con ello biológicamente invisible. La efectividad de este mecanismo se hace aún más palpable al considerar, todavía, que el nido de esta golondrina, establecido entre los roquedales de la bahía de Lockroy, era vecino al hogar de la gaviota salteadora que trataba de localizar al polluelo. Hacía semanas, pues, que la pequeña golondrina había logrado escapar de la atención de los agudos sentidos del predator.

Un modo de defensa activa se revela en las crías de los petreles, que arrojan con certera y bien penosa puntería el líquido aceitoso de sus estómagos (fig. 14), (pág. 82, el cual no solamente apelmaza y daña los plumones de las aves atacantes, sino que aún se hace sentir bien efectivamente por el hombre, que luchará por días

en vano, tratando de eliminar de sus ropas afectadas el soso y penetrante olor del viscoso aceite.

La vida en grandes sociedades brinda, a su vez, una innegable protección a las crías de aves coloniales, principalmente, de los pingüinos. Sólo un enemigo bien ca-



FIG. 14.—Cría de *Macronectes giganteus*, vomitando, en actitud defensiva, su aceite estomacal.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. de Hans Hellfritz).

pacitado arriesgará un ataque a la barrera de cientos de picos que le opone desde tierra ese mar de avecillas, las que se alargan al máximo, en actitud estática, hacia la silueta del atacante (fig. 15).

Las capacidades dinámicas de los polluelos desempeñan, necesariamente, un rol en la defensa, al permitir la huída temprana de las formas nidífugas, que aventajan, en este aspecto, a sus parientes nidícolos de débiles patitas. Sin embargo, es sólo muy pequeño el porcentaje de crías dinámicamente activas en el concierto de las aves de tierras y rocas antárticas, como atestigua la nómina siguiente:

Especies nidícolas

Pygoscelis papua
" *antarctica*
Pucheramphus adeliae
Eudyptes chrysolophus
Diomedea exulans

Especies nidífugas

Catharacta skúa
Larus dominicanus
Sterna vittata



FIG. 15.—*Pygoscelis papua*, en actitud estática, defensiva. (Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

Diomedea melanophrys
Macronectes giganteus
Daption capensis
Pachyptila desolata
Priocella antarctica

Pagodroma nivea
Oceanites oceanicus
Phalacrocorax atriceps
Chionis alba

Hemos analizado, en los párrafos que anteceden, los mecanismos de defensa inherentes a los organismos neo-natos de las aves antárticas. Completemos ahora el cuadro exponiendo los cuidados que los padres de estas especies brindan, por su parte, a las crías.

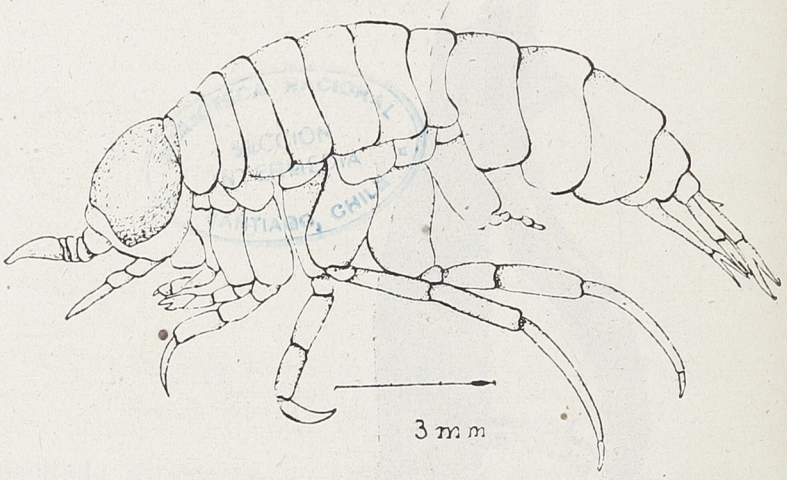


FIG. 16.—*Cyllopus* sp.

Resalta aquí, en primer término, la alimentación de los polluelos, realizada sobre la base del plancton de las aguas costeras. Es un pequeño crustáceo, la *Euphausia superba,* (véase más adelante, pág. 144), el que debe cargar con todo el peso de la tarea en la cual es secundado todavía, aunque en escala muy reducida, por delicados pulpos y otros crustáceos de pequeña talla (*Parathemisto gaudichaudii,* Guér.; *Vibilia antárctica,* Stebb., *Cyllopus,* fig. 16). Sólo escasas especies, como el cormorán, y hasta cierto punto, la golondrina de mar, prefieren para sus crías, en cambio, los peces del mar vecino. Otras aves,

por último, gaviota salteadora y petrel gigante, nutren a sus hijuelos con los despojos de los polluelos de pingüinos y petreles pequeños que caen en su poder.

Ya en otro párrafo hemos llamado la atención sobre el régimen de alimento ininterrumpido que reciben las crías de los petreles cavícolos, *Pachyptila* y *Oceanites*. Allí establecimos, también, la cadena de causas y efectos que determinan este fenómeno.

El modo en que se administra ahora el alimento a las crías, es digno, también, de atención. En tanto que en los primeros períodos basta en los padres el estímulo sensorial de los picos abiertos de sus hijuelos para desencadenar la regurgitación del alimento recolectado, que pasa, entonces, al polluelo, debe encargarse, más tarde, la misma cría, de provocar activamente al reflejo. Hemos logrado observar este curioso fenómeno en el caso de los pingüinos papua y "de collar", cuyas crías, ya crecidas, deben perseguir primero a los adultos que vuelven de la pesca en el mar, para acorralarlos contra algún obstáculo. Acto continuo principian por estimular con suaves picotazos la base del pico del individuo elegido, que abre, en reacción refleja, como hemos podido comprobar experimentalmente, sus mandíbulas. Apenas logrado este primer paso, introduce la hambrienta cría su piquito en el boquerón, ya abierto, del adulto, para tocar en seguida, directamente, la región faríngea, estímulo que provoca, en consecuencia, el vómito, cuyo producto es saboreado por el pequeñuelo, quien, con verdaderas artes de fisiólogo, ha sabido conquistar el organismo de su ama, aún contra la voluntad de ésta, desencadenando una serie de reflejos, que culminan en la regurgitación.

La misma importancia que asume la alimentación corresponde, también, a la protección térmica que los padres brindan a su hijuelos, a los que abrigan con el calor de sus cuerpos por largos períodos, labor en que

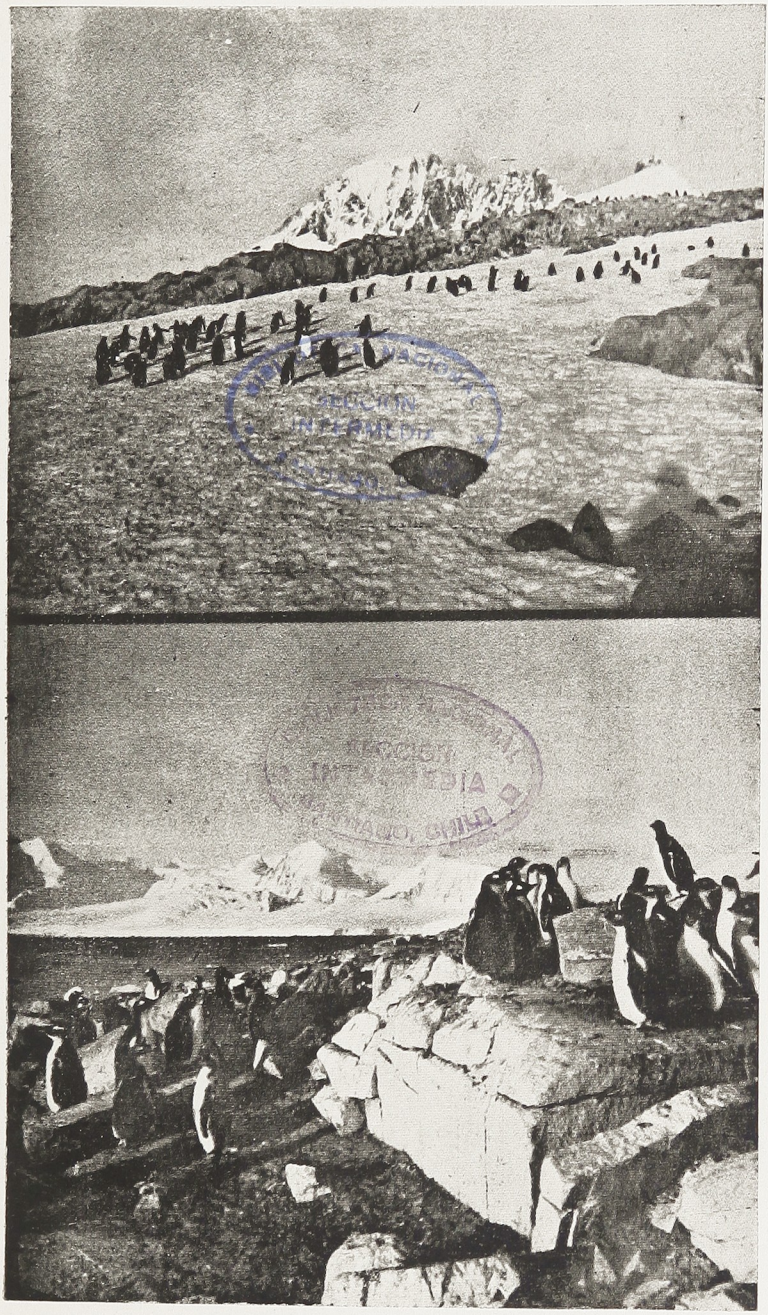
intervienen, tal como en la incubación de los huevos, pág. 77), alternativamente, ambos consortes.

Llama la atención que los polluelos desnudos del cormorán (pág. 79), reciben protección especial por el modo particular de sus padres, de incubar con alas entreabiertas, recubriendo con el techo de su plumaje toda la concavidad del nido.

En los pingüinos papua y adelia —no así en el de "collar"— sigue a la época de protección individual de cada una de las crías por sus respectivos padres, un período durante el cual se reúnen diez a treinta polluelos, ya bien capacitados para dejar el nido, en grupos vigilados por un solo adulto (lám. XII). La organización de estos notables "Kindergarten" permite. tanto a padres como a las madres, la recolección simultánea del alimento para los cuerpos ya voluminosos de sus descendientes, que necesitan de enormes masas de comida para suplir sus amplias necesidades fisiológicas. Recordemos que un cuarto kilo de alimento llena apenas los estómagos de estos polluelos.

Más arriba hemos analizado ya el significado biológico de las cuevas cavadas por *Oceanites* y *Pachyptila,* (pág. 63) que hacen posible la resistencia de las crías frente al frío del ambiente. También interviene en la protección térmica de las crías por su padre, el robo mutuo de polluelos en los pingüinos, análogo al hurto de huevos, que ya tuvimos ocasión de mencionar, (pág. 78). Esta particular modalidad es altamente característica para el ambiente antártico. Recordemos que tal actitud se haría imposible en los pingüinos de otras latitudes, por la construcción de los nidos, casi exclusivamente subterráneos (*Spheniscus magallanicus* y *S. humboldti*).

Finalmente, nos queda por analizar la defensa activa que realizan los padres en favor de sus crías. Vemos toda una vasta gama de artificios guerreros que des-



LÁM. XII.—*Pygoscelis papua.*
Dos aspectos de las agrupaciones en «Kindergarten» del pingüino papua.
(Fots. del autor).

pliegan los adultos en la lucha por sus polluelos. Por una parte, se valen de la defensa psicológica, adoptando actitudes feroces, y demostrando sus caracteres aposemáticos, que inspiran terror en los enemigos, llegando, por otra, al limpio picotazo y al golpe de alas, que no es de despreciar al ser administrado por arma tan contundente como las que poseen los pingüinos, grandes petreles y albatroces.

Sin embargo, oponen los predatores a las artes de defensa del padre, a su vez, complejas técnicas para alcanzar su objetivo: los tiernos cuerpecillos de las crías. Resulta profundamente impresionante observar dos o tres gaviotas salteadoras que entretienen con ataques simulados al padre, en tanto que, a espaldas de éste, otro de los compañeros ultima con certero picotazo al polluelo correspondiente. Una vez muerta, la cría pierde todo interés para los adultos, que ya no son capaces de reconocer en el cadáver al hijo, abandonándolo tranquilamente a sus feroces cazadores.

La gaviota salteadora misma, defiende a su crías con ataques desde el aire, durante los cuales se abalanza sobre el enemigo, como hemos podido observar, abocándolo frontalmente, en velocidad máxima. A pocos centímetros de su cuerpo se desvía, sin embargo, pasando a su lado sin rozarlo. Estos ataques directos alternan con demostraciones de furor, en tierra, durante las cuales adopta la skua una posición característica, gritando duramente, con las alas extendidas dorsalmente y el cuello notablemente alargado.

La labor de los padres en la crianza de sus pollos finaliza en el momento en que sus hijuelos, recubiertos ya por un plumaje de estructura semejante a aquel que viste las formas adultas, alcanzan capacidades dinámicas que les permiten mantenerse por propios esfuerzos.

Una parte de las aves enseñan, todavía, las técni-

cas inherentes a sus modos específicos de translación espacial, ya sea éste el vuelo o la natación.

Algunas especies, sin embargo, abandonan, simplemente, las crías ya crecidas, que deben encontrar, entonces, en la dotación de sus instintos heredados, las voces de mando para la ejecución de sus primeros vuelos.

La realización de este fenómeno, bien interesante, por cierto, puede considerarse, a mi modo de ver, también, como una reacción más o menos directa frente a condiciones especiales del habitat antártico, ya que se constata, justamente en los petreles nocturnos, *Oceanites* y *Pachyptila*. Ambas aves, cuyas vidas se desarrollan bajo las sombras de un enemigo propio, la skúa, no podrían enseñar, a la luz del día, las técnicas de la volación a sus crías, sin caer, de inmediato, en las garras de su predator. Una buena noche ha de emprender el joven petrel, entonces, guiado solamente por impulsos instintivos, el incierto viaje que lo lleve lejos de su tibia cueva y fuera del alcance del implacable salteador: la negra amenaza de su existencia.

La juventud de varias especies de aves, que abandonan, finalmente, la costa antártica, regresa a ella solamente después de haber alcanzado la madurez gonádica, sexual, intercalando, entre su partida y el primer regreso a las tierras de eternos hielos, uno y aún dos años, durante los cuales recorren zonas temperadas.

D.— La vida en las pozas de agua dulce antárticas.

En el litoral antártico se desplazan por doquier pequeños depósitos de las aguas dulces del deshielo, entre rebordes pétreos de las rocas, que captan, en poza tranquila parte de los cauces que se vierten al mar durante el verano.

Al soplo frío de los vientos nocturnos se cubre la superficie de aquellas pocitas con tenue capa de hielo, que vuelve a desaparecer en los días benignos, ofreciendo, entonces, condiciones de vida aceptables para un pequeño número de seres.

Algas filamentosas y diatomáceas ocultan allí, con su tapiz verde-amarillento, la desnuda roca, y entre sus mallas se desplazan luego los componentes faunísticos de esta reducida pero interesante comunidad de vida.

Algunas de las especies que hemos encontrado ya, (pág. 35 y sig.), entre musgos y líquenes sur-polares, también pueblan las pozas antárticas de agua dulce. Protozoos, rotíferos y nemátodos, derivan, en su mayor parte, de esta fuente.

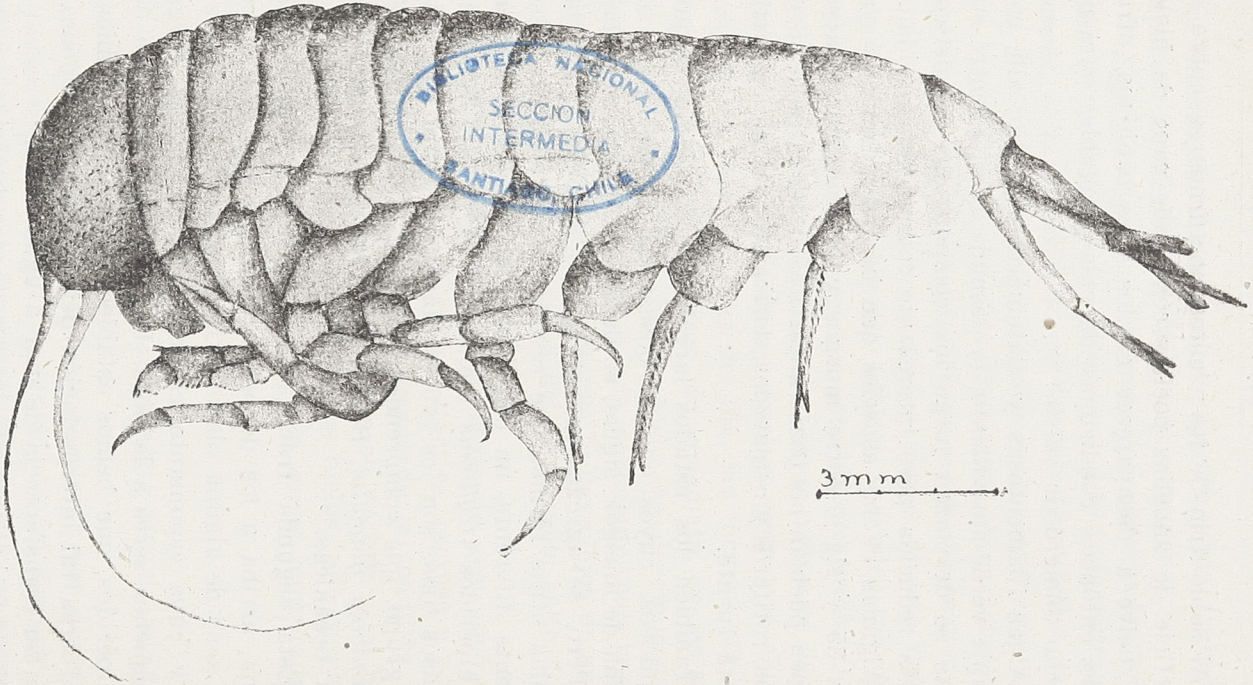
También los estados larvales de los dípteros quironomídeos, cuyos imagos buscan la protección de la maraña de musgos, siguen su desarrollo en estas pocitas.

Pero, se agregan a este grupo de seres, todavía, aquellas otras formas que revelan una proveniencia totalmente diferente, un origen marino. Extraños crustáceos hipéridos (*Cyllopus,* etc.; lám. XIII; figs. 16-17), de inmensos ojos, son los representantes característicos de este grupo, que comprende, además, a la planaria acoela *Rimicola glacialis,* Böhmig, y a un buen número de algas oceánicas.

Esta segunda fracción de especies, de naturaleza marina, arriba a los depósitos litorales del agua dulce en el seno de alguna ola más impulsiva que sus hermanas, y cuya espumante corona logra lanzar su carga de pequeños seres a la poza. La naturaleza pelágica de los hipéridos, que hemos establecido para este ambiente, refuerza tal interpretación del mecanismo responsable en su transferencia de mar a agua dulce.

Nuestro hallazgo de los crustáceos hipéridos en la fauna dulce-acuícola antártica resulta ahora del mayor interés, desde el momento en que hasta aquí se recono-

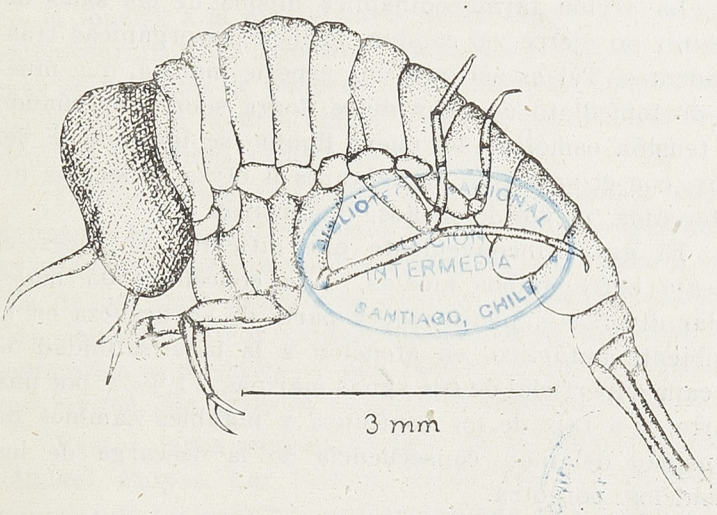
BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO - CHILE

LÁM. XIII.—*Hyperia* sp.
(Del. S. M. de Pfeil).

ció, en todos los componentes de esta familia, sin excepción, especies estrictamente oceánicas, que aún no habían logrado invadir ningún otro medio de vida.



SANTIAGO, CHILE

FIG. 17.—*Hyperia* sp. capturada en pozas litorales de agua dulce en Bahía Lockroy.

Pasaje de seres desde el mar al agua dulce.

Analicemos, entonces, los diferentes factores que intervienen en tales procesos de intercambio del régimen marino por uno dulce-acuícolo, para aplicar estas reglas generales al ambiente particular que ofrece la Antártica.

Es sabido que la condición de mayor realce que separa a ambos biotopos, descansa en la enorme diferencia cuantitativa de sus componentes minerales, ya que el primero contiene, en término medio para todos los océanos, alrededor de un 3% de sales, en tanto que el agua de los ríos y lagos apenas alcanza al 0,2%.

Los organismos inferiores, adaptados a uno de estos distintos medios, cuentan ahora, por su parte, también, con una concentración salina de su ambiente in-

terno muy semejante a aquel que los rodea. Su pasaje de uno a otro trae aparejados, en consecuencia, violentos intercambios reguladores de la presión osmótica.

La acción farmacodinámica misma de las sales del habitat no ejerce, en cambio, influencias orgánicas trascendentes. Tal es así que, una especie marina, que muere de inmediato en agua dulce, logra sobrevivir cuando la tensión osmótica del nuevo líquido se iguala a la del mar, con el agregado de azúcares u otras moléculas indiferentes, o, por lo menos, inofensivas.

El grave inconveniente que dificulta, entonces, el pasaje entre ambos medios, —su concentración molecular diversa—, pierde ahora parte de su braveza en el ambiente antártico, en atención a la baja salinidad de la capa superficial de sus aguas marinas, (1,5%), por una parte, y a raíz de los continuos y notables cambios de densidad del mar, consecuencia de la descarga de los deshielos, por otra.

La fauna oceánica misma debe contar, por lo tanto, ya de por sí, en las regiones sur-polares, con una avanzada resistencia a las desnivelaciones bruscas del tenor mineral, factor selectivo que elimina y rechaza toda especie esteno-halina para conservar y admitir solamente a las formas euri-halinas. Se nos hace por demás evidente, entonces, que la población de seres antárticos marinos cuenta con ventajas orgánicas muy especiales para resistir cambios de presión osmótica, y, por tanto, para sobrevivir aún el transpaso al agua dulce desde su habitat normal.

El segundo factor que interpone también su influencia a tales fenómenos de pasaje, viene a ser la temperatura, Corrientemente se establecen diferencias térmicas notables entre las masas del mar y las aguas terrestres. Sabemos, por otra parte, que la fauna oceánica es, con pocas excepciones, esteno-terma estricta, incapaz de soportar tales diferencias.

Basta, en efecto, que la temperatura en los acuarios de agua marina poblados por seres de nuestras costas se eleve en pocos grados, para acarrear, de inmediato, la muerte a la mayor parte de su fauna. Tan radical esteno-termia hace imposible, entonces, el pasaje de formas entre aguas de temperaturas distintas, y su influencia supera, sin lugar a dudas, aún a la barrera que tienden las presiones osmóticas diversas.

Las regiones tropicales de nuestro globo, cuyas aguas, tanto oceánicas como terrestres, son igualmente calurosas, comprueban directamente este aserto a través de un gran número de especies marinas, —tiburones, peces teleósteos, crustáceos, moluscos, anélidos, celenterados y esponjas—, que remontan allí sin dificultad alguna, los grandes ríos que desembocan al mar.

Vastos lagos septentrionales, de enorme extensión, (Baikal, Paipus, Lac Léman, Garda, etc.), y, en consecuencia, de temperatura uniformemente baja, cuentan, a su vez, con un elevado número de formas marinas en su caudal faunístico (*Alosa finta, Blennius vulgaris, Asprocottus, Dybowskyella baicalensis, Lubomirskia, Palaemonetes, Idotea entomon, Mysis oculata, Pontoporeia, Ancylodoris*).

Idéntica situación se presenta ahora, también, en el habitat antártico cuyas aguas marinas y dulces, son igualmente frías. El intercambio de sus faunas se facilita, entonces, del mismo modo, aquí.

Concluiremos resumiendo que, el medio acuático surpolar ofrece condiciones altamente favorables al pasaje de los seres del mar al agua dulce, y podemos augurar, por otra parte, que, en los tiempos venideros, y en la medida en que las masas del hielo continental den paso a tranquilas lagunas y torrentes animosos, adoptará, también, en esta zona del globo, un enorme número de especies oceánicas al medio dulce-acuícolo, y que la re-

gión antártica vendrá a ser, entonces, una fábrica inmensa de nuevos seres de agua dulce.

E.— Vida en la atmósfera antártica

Así como el mar establece para muchos seres un puente de unión entre las costas antárticas y zonas vecinas, también vale el medio aéreo de vía de comunicación que utiliza un buen número de especies.

Cuando el helado continente se apronta en primavera a recibir su cuota de fauna terrestre, arriban los pobladores alados, ya en interminables cadenas, ya solitarios, o en pequeños grupos. Todos han debido recorrer distancias enormes, miles de kilómetros, que sólo pueden ser vencidos a favor de aptitudes muy especiales para la volación. De allí, entonces, que las volátiles antárticas, sin excepción, cuentan con poderosos mecanismos dinámicos alares.

A despecho de este carácter común, resaltan las más amplias diferencias en los modos de volación particulares, inherentes a cada una de las especies.

Vuelo remado.

En rápidos flechazos se abalanza la skúa, *Catharacta skúa,* la gaviota salteadora, por el aire. A los golpes de remo de sus alas potentes, anchas y cortas, alcanza, el cazador infatigable, altas velocidades en breves instantes. Las plumas remigias, reforzadas por gruesa y córnea pared, baten la columna subyacente del aire sin ceder a la alta presión generada, sin doblar, entonces, sus extremos.

La pared plumosa del ala se inclina, en cambio, durante cada fase de bajada, como un todo alrededor del eje óseo frontal, impulsando, consecuentemente, al

cuerpo, a la vez, arriba y adelante. Y en medio de la carrera, ahora puede frenar la skúa, en acrobacia impresionante, ya sea para caer bruscamente al agua, ya para virar en agudo ángulo durante la persecución de alguna presa alada. Sus amplias membranas nadadoras, extendidas al máximo, hacen entonces las veces de freno, coadyuvados por la pronación de las alas, que oponen así una vasta superficie al muro de aire frontal. También la cola y el conjunto funcional de cuello y cabeza, colaboran todavía en la realización de los instantáneos cambios de dirección de la gaviota salteadora, que supera en habilidad al resto de la avifauna antártica, de cuyos representantes pequeños logra alimentarse consecuentemente.

La gaviota común (*Larus dominicanus,* Licht.), sigue muy de cerca en sus capacidades dinámicas a la ocre skúa, cuyas acrobacias recuerda durante sus frenadas y caídas, mucho menos espectaculares, sin embargo, que los de su feroz pariente, (lám. XIV). Todavía es posible reconocer una diferencia en la estructuración más débil de sus plumas remigias alargadas, que ceden a la presión de la columna de aire subyacente, incurvando sus extremos durante la flexión. Esta aparente desventaja se traduce, sin embargo, en mejores posibilidades de planeo pasivo, modo de translación tan frecuente en nuestras gaviotas.

Tanto la skúa como la gaviota común, realizan, consecuentemente, un vuelo caracterizado por extrema habilidad, combinada con la velocidad, y aún, con posibilidades de planeo (fig. 18). El resto de las aves antárticas ha sufrido, al contrario, una avanzada especialización en alguno de los diversos modos que ocurren en gaviotas y estercoráridos.

Resaltan, por una parte, aquellas especies caracterizadas por un vuelo de rápidos golpes de alas, encaminado, exclusivamente, a la obtención de altas velocida-



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. XIV.—*Larus dominicanus.*
Gaviota común cayendo sobre una presa en el agua.
(Del. S. M. de Pfeil, según fots. de Hans Hellfritz).

des. Las golondrinas de mar (lám. XV), (*Sterna vittata,* Gm.) y cormoranes, (*Phalacrocorax atriceps,* King.), pueden valer de ejemplo. Sus remigias, particularmente firmes, muy alargadas en la fracción manual del ala, realizan movimientos de gran amplitud, alcanzando, aún la vertical en sus posiciones extremas.

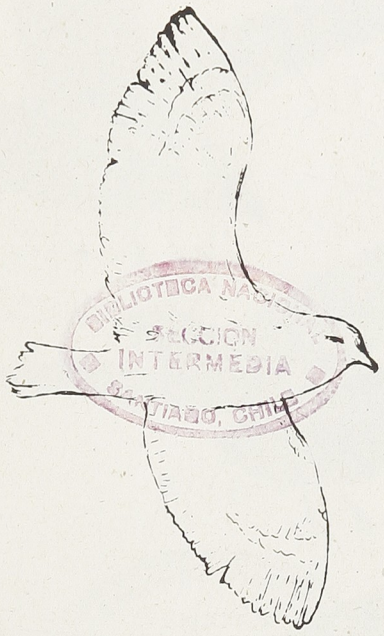
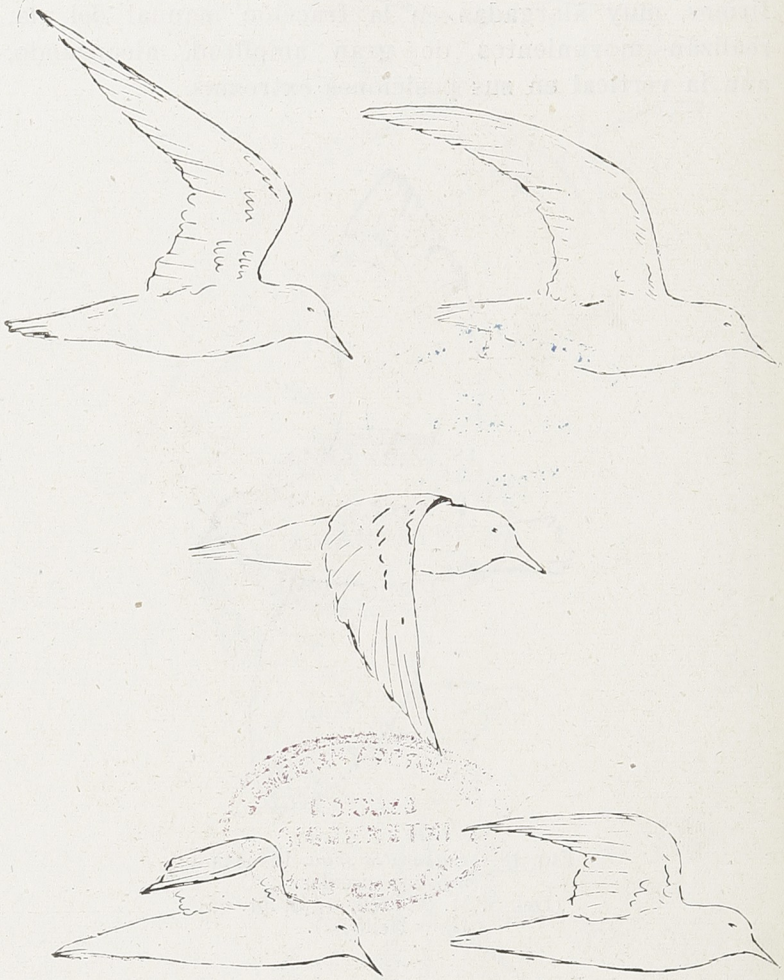


FIG. 18.—*Catharacta skua.* Planeando en órbita circular. (Del. S. M. de Pfeil, según fot. de Hans Hellfritz).

Bailoteo sobre el agua.

Otro sentido diverso ha seguido el desarrollo dinámico de los pequeños petreles *Oceanites,* planctófagos, que realizan delicados bailes sobre la superficie del agua, cuya faz baten con sus largas y finas patitas (lám. XVI). Del mismo modo como los picaflores mantienen su cuer-

BIBLIOTECA NACIONAL SECCION INTERMEDIA SANTIAGO, CHILE



LÁM. XV.—*Sterna vittata*.
Cinco fases del rápido vuelo de la golondrina de mar antártica. Se observa la gran amplitud de las excursiones alares.
(Del. S. M. de Pfeil, según fots. del autor).


BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. XVI.—*Oceanites oceanicus*,
Bailoteo sobre el agua del petrel de Wilson.
(Del. S. M. de Pfeil, según fots. de Hans Hellfritz).

pecillo inmovilizado frente al cáliz de las flores, se sostienen también estas pequeñas y livianas avecitas a una misma altura sobre la espejante superficie. Sus alas, cortas y anchas, de plumas insertas perpendicularmente sobre el sustrato óseo, no sufren la inclinación pronada, característica para la fase de propulsión de otras aves, de tal modo que el borde anterior del ala no ocupa en ellas una posición más baja que el posterior, libe-



FIG. 19.—*Oceanites oceanicus*, deslizándose en planeo. (Del. S. M. de Pfeil, según fot. del autor).

rando con ello el escurrimiento frontal del aire. En consecuencia, resulta el remar de las alas exclusivamente en movimientos de ascensión, desde el momento en que su componente horizontal, de avance, fruto del ala inclinada, ha desaparecido.

En los picaflores, ahora, se traduce también la elevación de las superficies alares en una activa fase de

sostén, a través de su supinación exagerada, que lleva aún la cara dorsal de esta palanca dinámica hacia abajo.

Tanto la flexión, como también, en este caso, la elevación de las alas, redunda, entonces, en la mantención del pájaro sobre el mismo nivel. Esta condición ideal no se alcanza, sin embargo, en los pequeños petreles antárticos, que vuelven a caer, durante la fase de recuperación, sobre el agua. En este momento intervienen, luego, los miembros pedales que reciben el choque, impulsando de nuevo a la avecita, a través de la membrana natatoria, con amplia superficie.

Planeo.

Entre los períodos de enorme actividad, que significa el bailoteo sobre el agua, descansa *Oceanites* en pequeñas excursiones pasivas, de planeo, (fig. 19), du-

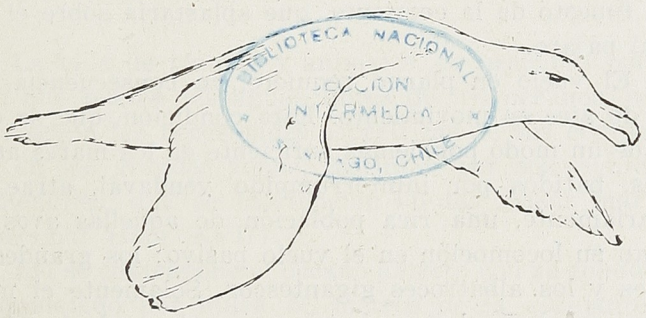

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

FIG. 20.—*Macronectes giganteus*, en vuelo.
(Del. S. M. de Pfeil, según fot. de Hans Hellfritz).

rante las cuales recupera las energías desgastadas. Este modo de volación pasiva, en el cual solamente se utilizan las fuerzas vivas del viento para la translación de las aves, es propio, finalmente, de los grandes petreles y de los albatroces. Las alas realizan en este método, el planeo, un trabajo reducido, fenómeno que se traduce en su construcción relativamente débil, inadecuada para la pesada labor del vuelo remado intenso (fig. 20).

Bajo esta circunstancia, el ave independiza sus movimientos, del todo, de la musculatura motora que realiza el trabajo de flexión y extensión, fuentes de energía que se hacen superfluas y son reemplazadas a través de las corrientes atmosféricas. En presencia de vientos oblicuamente ascendentes, como los que priman en la inmediata vecindad de las olas, se hacen posibles, entonces, largos viajes en línea recta.

El planeo a favor de corrientes horizontales, en cambio, requiere una técnica diferente, el vuelo en círculos, durante los cuales logra el ave oponer el plano de sus alas oblicuamente a la dirección del viento, a través de la fuerza centrífuga inherente a su órbita de translación circular, energía que neutraliza, en parte, a la fuerza de gravedad, que tiende a llevar las alas sobre el plano horizontal. Tal posición horizontal del cuerpo, ahora, habría de resultar desfavorable, al recibir el choque funesto de la corriente, que aplastaría sobre el suelo al pájaro.

El vuelo en planeo requiere, en consecuencia, masas de aire en movimiento. Esta condición, que se cumple de un modo por demás suficiente en los mares antárticos, batidos por ininterrumpido vendaval, atrae, necesariamente, una rica población de aquellas aves que basan su locomoción en el vuelo pasivo: los grandes petreles y los albatroces gigantescos. Solamente el medio aéreo que baña las majestuosas cumbres de los Andes chilenos, vuelve a ofrecer una condición en algo semejante, particularidad ambiental que se traduce también, directamente, en la presencia del más grande e imponente de los volátiles planeadores, nuestro cóndor, de magnífica estampa.

CAPITULO III.

§ VIDA EN LAS AGUAS LIBRES DEL OCEANO ANTARTICO

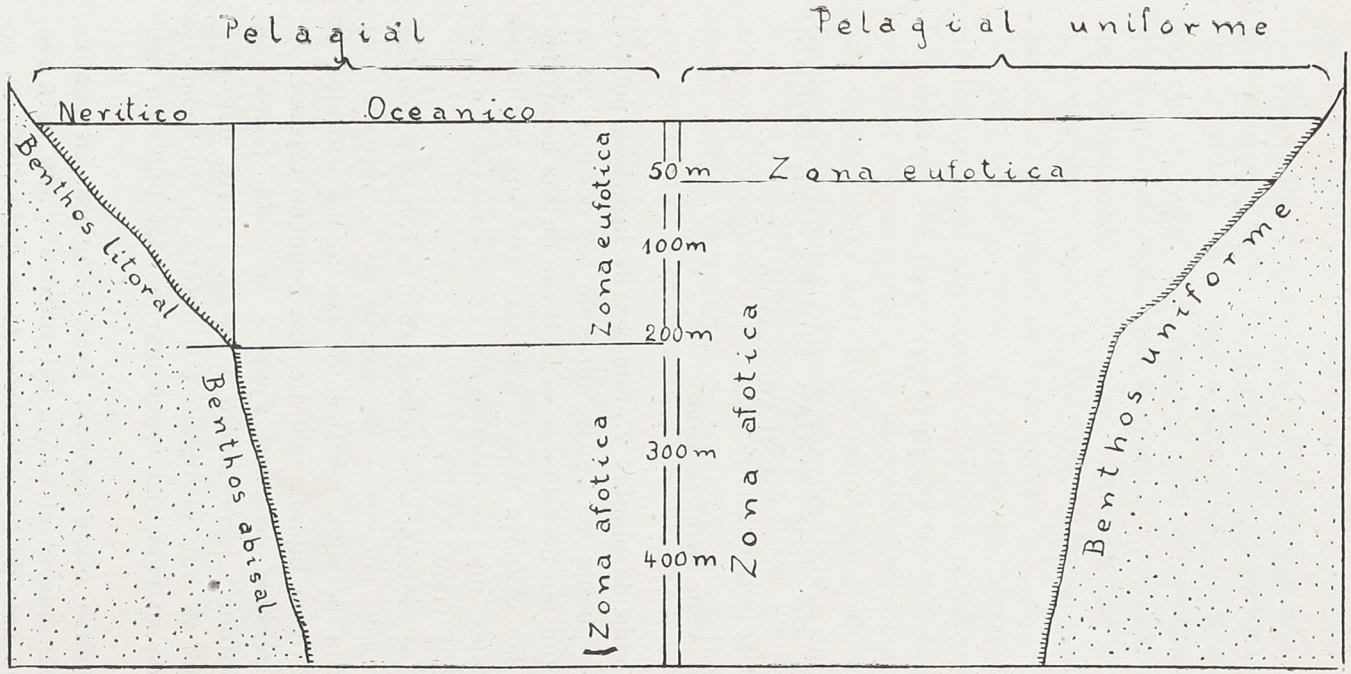
Zonas de vida en el pelagial.

La vida de plantas y animales, de lujuriosa policromía, que puebla las aguas libres de los océanos, se ordena según las necesidades específicas de sus componentes, en las grandes zonas, distintas por sus cualidades ambientales, que se diferencian en las masas marinas, el pelagial (lám. XVII).

Así se contrapone el océano abierto con su fondo fangoso alejado por miles de metros de la espejante superficie, a la zona nerítica, de las aguas litorales, en donde la capa líquida sólo alcanza pequeño espesor.

El pelagial oceánico, ajeno a la costa, podrá convenir, entonces, únicamente a aquéllos seres holo-pelágicos que se han desligado por entero, y en todas las etapas de su vida, del fondo marino, del ambiente bentónico.

Aquéllas otras formas, hemi-pelágicas, en cambio, que deben buscar el apoyo del substrato aún para realizar uno solo de los eslabones de su ciclo vital, no po-



LÁM. XVII.—Las grandes zonas de vida en el océano.
Izquierda: situación propia a la mayor parte de los mares.
Derecha: océano antártico.

drán independizarse de la vecindad costera, de las bajas aguas neríticas.

Así como se delimitan, entonces, en mundos diferentes, a través de sus propiedades biológicas, el pelagial oceánico y el pelagial nerítico, se distinguen, también, profundamente, el ambiente que ofrece la zona superficial del mar, por una parte, y sus negros abismos, por otra. La terrible presión, el frío, y la noche ininterrumpida de las grandes profundidades, en eterna calma, se oponen como el negro al blanco a las aguas que se cimbran al compás del viento, bañados por torrentes de luz, y de tan variada temperatura, que ocupan las capas superficiales del mar.

Los seres de ambos ambientes, necesariamente, son, entonces, tan distintos entre sí, como las condiciones de sus medios de vida. Sin embargo, no se repite en todos los ámbitos de los mares de nuestro globo esta división en los cuatro ambientes principales: abismos-zona superficial-región nerítica- y aguas de alta mar, ya que en uno de sus sectores, aquel que rodea al continente antártico, se aminoran o aún se borran estas diferencias, (lám. XVII).

Analicemos pues, en lo que sigue, las causales que originan tan profundas diferencias entre el pelagial antártico y el resto de los océanos.

Ambiente abisal en el Océano Antártico.

Las diversas bases físicas, inanimadas ambientales que caracterizan al habitat abisal, son de significado bien distinto para los seres que habitan el abismo. Ni la alta presión, ni la ausencia de luz, resultan indispensables para el vivir de aquella fauna, en tanto que los dos aspectos fundamentales restantes, la casi inmovilidad del medio, y su baja temperatura, son factores decisivos e indispensables para la sobrevivencia de la fauna abisal.

La calma eterna de las aguas profundas, ajenas a

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

marejadas y oleajes, se traduce en la forma corporal, de facciones extremadamente delicadas de muchos de sus habitantes. Los vítreos esqueletos, diademas maravillosos, de tantas esponjas abisales, dan un ejemplo característico de aquellos seres, que sólo pueden desempeñarse en aguas perfectamente tranquilas.

El frío constante, que reina, por otra parte, en los abismos oceánicos, es la más imperativa de las condiciones ambientales de aquel biotopo y es él quien mantiene aprisionada a esa fauna característica en las grandes profundidades, fauna que muere, indeclinablemente, al elevarse en pocos grados la temperatura de su medio de vida.

En la región abisal del océano antártico ahora no encontramos aquella inmovilidad sepulcral que es propia de los abismos de otros mares. Toda esa masa de agua profunda se desplaza, muy al contrario, en continua corriente hacia el norte, de tal modo que los seres abisales delicados, capaces de sobrevivir solamente bajo calma total, no encuentran cabida en las zonas profundas del mar antártico.

La baja temperatura, ahora, que se opone en el resto de los océanos con sus 0 a 3 grados C., violentamente a las capas superficiales de más de 15 grados C., en término medio, tampoco caracteriza en las aguas sur-polares la masa abisal, cuya temperatura se repite, también, invariable, en la superficie del mar. Al faltar esta barrera infranqueable, que separa en otros mares al abismo de las zonas superiores, no impide ya nada, tampoco, el libre pasaje de la fauna de aguas profundas a la superficie.

Vemos, pues, que en el océano antártico no se contraponen, desde el punto de vista del biólogo, las aguas de superficie, a una zona abisal típica, manteniéndose, más bien, por una parte, la baja temperatura del fondo hasta la superficie, y faltando, por otra, la calma de las

aguas abisales. El único factor ecológico de influencia biológica que distingue, entonces, las masas superiores de las profundas, en el mar antártico, es la luz, que permite diferenciar una zona iluminada, eufótica, de otra afótica, sumida en sombras eternas.

Ahora bien, la luz no es, como la baja temperatura, un factor de selección positivo, no es contrario, por tanto, al vivir de las formas abisales, que pueden remontar, sin peligro alguno, a las capas iluminadas, a condición de una temperatura favorable, estado de cosas que, naturalmente, no implica que los seres ligados a la presencia de luz, logren realizar el viaje inverso, desde la capa eufótica a los abismos.

Tal como no es posible distinguir netamente, entonces, en el océano antártico, el habitat abisal, del medio biológico superficial, no es factible, tampoco, la clasificación de sus aguas en litorales, neríticas, y de alta mar, oceánicas.

Aguas oceánicas y neríticas en la Antártica.

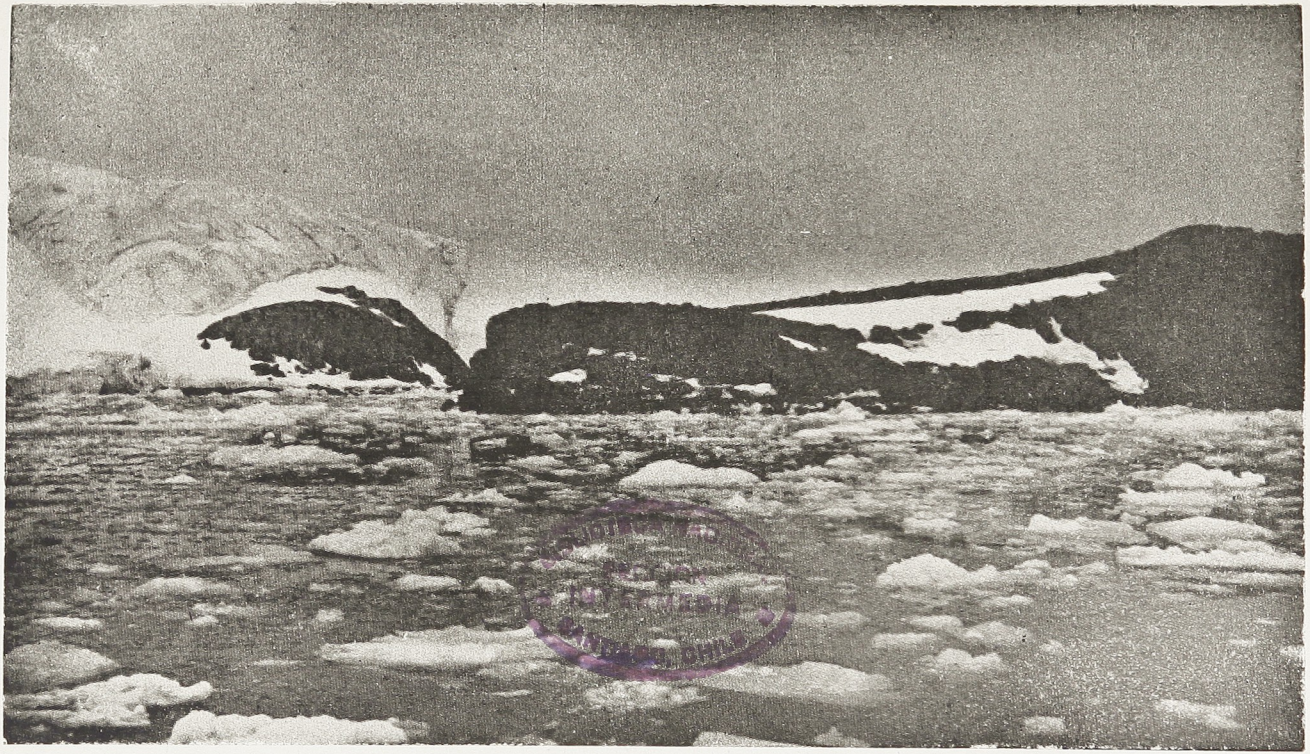
Debemos tener en cuenta, sí, que tales asertos no tienen un significado geográfico, sino, exclusivamente, biológico. En este sentido hemos caracterizado ya, más arriba, (pág. 103), el mundo oceánico y el nerítico, haciendo ver que el primero incluye seres del todo desligados del substrato terrestre, especies que no se posan en vida, jamás, en el fondo del mar, en tanto que el biotopo nerítico, de las aguas costeras, se distingue por la presencia de formas animales, que deben interrumpir su hábito pelágico en determinados momentos del ciclo vital, para seguir una vida sedentaria. Es así, entonces, como imprimen especialmente las formas larvarias de seres bentónicos, fijados al fondo durante su edad adulta, el carácter distintivo al ambiente nerítico.

Tales larvas de vida libre, pelágica, que no deben alejarse jamás del litoral mar afuera, faltan ahora casi

por completo en el océano antártico. En consecuencia, no es posible oponer al pelagial oceánico polar un biotopo nerítico caracterizado por una fauna específica, hecho extraordinariamente llamativo, que encuentra su explicación causal en las condiciones físicas del medio antártico, como trataremos de demostrar en lo que sigue.

Cuando las noches polares se alargan y el sol apenas ya logra sobremontar el horizonte, se hace sentir de nuevo el frío invernal en las aguas antárticas. Las moléculas del agua de las capas superficiales del océano se conglomeran, entonces, polimerizándose en trihidrol, en hielo. Durante este proceso se separa la mayor parte de los componentes salinos, que pasan al agua subyacente, dejando al hielo prácticamente libre de sal.

A medida que el crudo invierno avanza, aumenta también, más y más, el grosor del pack-ice que recubre al océano. Una vez terminado el invierno ahora, y cuando el sol de nuevo renace con fuerza, entran en fusión los cientos de miles de kilómetros cuadrados de hielo marino (lám. XVIII). Como resultado de este proceso, de proporciones gigantescas, se genera en torno al continente antártico una capa de agua superficial extraordinariamente pobre en sales, cuyo tenor en componentes minerales apenas alcanza a un 1,5% (fig. 21). Este estrato, muy frío, se mantiene, gracias a su bajísima densidad, bien individualizado sobre las capas sub-yacentes de alta salinidad, alcanzando un espesor que fluctúa entre 50 y 250 metros. Debemos tener presente, sin embargo, que, durante el proceso mismo del deshielo, vienen a caer pequeñas fracciones de esta agua tan fría a la capa intermedia, reduciéndose así en algo la diferencia de concentración entre ambos estratos, al subir el tenor del superficial hasta 3,3 a 3,38%. A medida que se genera, va fluyendo hacia el norte, al empuje de las nuevas masas de estas aguas casi dulces, originadas más al sur.



LÁM. XVIII.—Hielos flotantes en el océano antártico.
(Fot. del autor).

El aire antártico, enfriado sobre las altas cumbres nevadas del interior del continente, y aumentado, entonces, en su peso, cae, por otra parte, con terrible violencia, sobre la costa, desplazando sus temporales de sur a norte, vientos huracanados, que, a su vez, contribuyen al arrastre de la capa superficial del mar, en sentido septentrional.

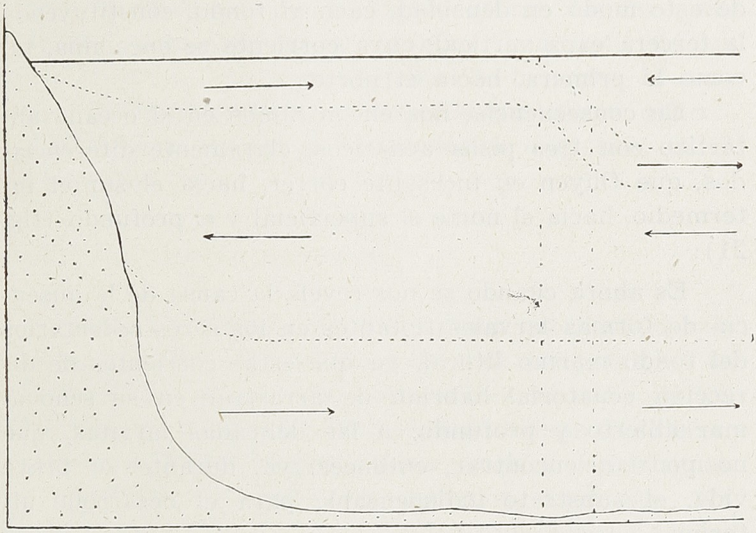


FIG. 21.—Los tres estratos del océano antártico y la dirección de sus corrientes.

El espacio comprendido entre las líneas verticales de puntos representa la zona de convergencia en la cual caen las aguas polares superficiales, pobres en sales y muy frías, bajo la capa superficial de las masas subantárticas, más livianas por su elevado tenor salino.

El estrato intermedio, más temperado y rico en sales, surge en el litoral antártico, reemplazando las aguas de flujo septentrional.

En el fondo se acumulan finalmente aguas muy frías y de elevada salinidad, que se desplazan hacia el norte.

Las aguas, que de este modo dejan la zona sur-polar, deben ser, necesariamente, repuestas de continuo por otras, en la misma medida. Es así como se establece una segunda corriente, de sentido austral, ahora, que

fluye desde las regiones sub-antárticas hacia el polo, desplazándose inmediatamente por debajo de la capa dulce, liviana y fría, hija de los deshielos (fig. 21).

En la medida en que el segundo estrato alcanza ahora, en su viaje hacia el sur, latitudes más y más australes, va también disminuyendo paulatinamente su temperatura relativamente alta (2° C.), recuerdo de sus mares de origen, temperados (fig. 21).

Las fracciones más frías del agua, que aumentan de este modo en densidad, caen al fondo, constituyendo la tercera capa vertical, cuya corriente se encamina, tal como la primera, hacia el norte.

En consecuencia, nos encontramos en el océano antártico con tres pisos acuáticos, claramente diferenciados, que fluyen en incesante correr, hacia el sur el intermedio, hacia el norte el superficial y el profundo (fig. 21).

Es ahora cuando se nos revela la causa de la ausencia de formas larvales flotantes en los seres sedentarios del fondo marino litoral, ya que estas corrientes de dirección ecuatorial habrían de arrastrar en su seno al mar abierto y profundo, a las delicadas larvitas, que no podrían encontrar, entonces, ya, durante su breve vida, el substrato indispensable para el desarrollo ulterior.

La selección inconmovible ha eliminado, entonces, del ambiente antártico, todas aquéllas especies sedentarias, bentónicas, que cuentan con formas pelágicas libres en su ciclo evolutivo, estados de desarrollo condenados, sin excepción, a la muerte.

Se nos hace evidente así la causal biológica del enorme porcentaje de seres "vivíparos" antárticos, especies que dan nacimiento a descendientes estructurados ya como sus padres, capaces de adoptar de inmediato un hábito sedentario, extraordinario acortamiento de la evolución ontogenética, que habremos de ana-

lizar detalladamente. Podemos responsabilizar, en conclusión, a las corrientes antárticas de sentido septentrional, de la ausencia de un biotopo nerítico característico. Solamente algunas aves pelágicas, como los pingüinos y las focas, representarían, en este ambiente, especies de tal carácter.

Todavía contribuye, el pack-ice, a borrar los límites entre pelagial oceánico y nerítico, al transportar, en sus rebordes, aquellas diatomeas antárticas que caracterizan en otros océanos la región litoral. Es así como es posible constatar en la vecindad inmediata de los hielos flotantes, aún muy alejados de la costa, la presencia de *Fragilaria antarctica, Thalassiothrix antarctica, Nitzschia seriata* y *Thalassiosira antartica,* todas especies litorales.

Límites del Océano Antártico.

Hemos demostrado en las páginas precedentes que la vida en el seno de las masas del mar sur-polar, no se zonifica en los grupos que caracterizan al resto de los océanos. A partir de este fenómeno podremos establecer, también, los límites biogeográficos precisos de las aguas que conceptuamos como mar antártico, (ver pág. 17) Diremos, pues, que ellas comprenden toda aquélla región circunvecina al blanco continente, en que se reemplaza la división en abismo-superficie, pelagial nerítico-oceánico, por una estratificación en tres capas verticales.

En la zona en que realizan su encuentro ahora las aguas con características antárticas y el mar sub-antártico, tan diferentes entre sí, se desencadenan fenómenos de terrible trascendencia para la fauna de ambos océanos. La capa antártica superficial, dulce y muy fría, se estrella aquí contra las aguas que vienen del norte, más ricas en sales, y muy livianas, gracias a su temperatura. Es el agua fría el que se hunde, entonces, en atención

a su mayor peso, en corrientes y torbellinos violentos, bajo el mar sub-antártico, destrozando en su caída todo ser delicado. Se establece, de este modo, alrededor de todo el océano sur-polar, la majestuosa y mortal barrera de la Convergencia antártica, el límite preciso y claramente palpable que define la zona biogeográfica antártica, enclavada entre sus muros (fig. 22).

La localización geográfica precisa de la Convergencia es susceptible de sufrir variaciones periódicas, estacionales y anuales, de pequeño monto, a consecuencia de cambios climatéricos que pueden traducirse ya en una temperatura más elevada de la capa superficial, ya en diferencias de la intensidad de los vientos, ya en cualquier otro de los factores que determinan el punto en que las aguas sur-polares chocan con las masas sub-antárticas, para sumergirse bajo ellas.

Distribución de los seres pelágicos en las tres capas de agua.

La existencia de los tres estratos superpuestos, característica fundamental del océano antártico, es responsable en gran parte, de la repartición ordenativa de su fauna, Aquéllos seres que necesitan de la energía radiada, de la luz solar, podrán ocupar exclusivamente la capa superficial. Es aquí, en efecto, en donde se acumula la totalidad de las algas flotantes pelágicas unicelulares, el fito-plancton. A la superficie del mar se ven ligados, también, los seres de respiración aérea, tanto las aves como los mamíferos. El zoo-plancton propiamente tal, en cambio, no se desplaya de preferencia en esta zona, con excepción de escasas formas, como el crustáceo *Antarctomysis maxima*, Holt-Tattersall, y una media docena de ínfimos crustáceos copépodos. La inmensa mayoría de los representantes animales del plancton, muy al contrario, prefiere como morada, la segunda ca-

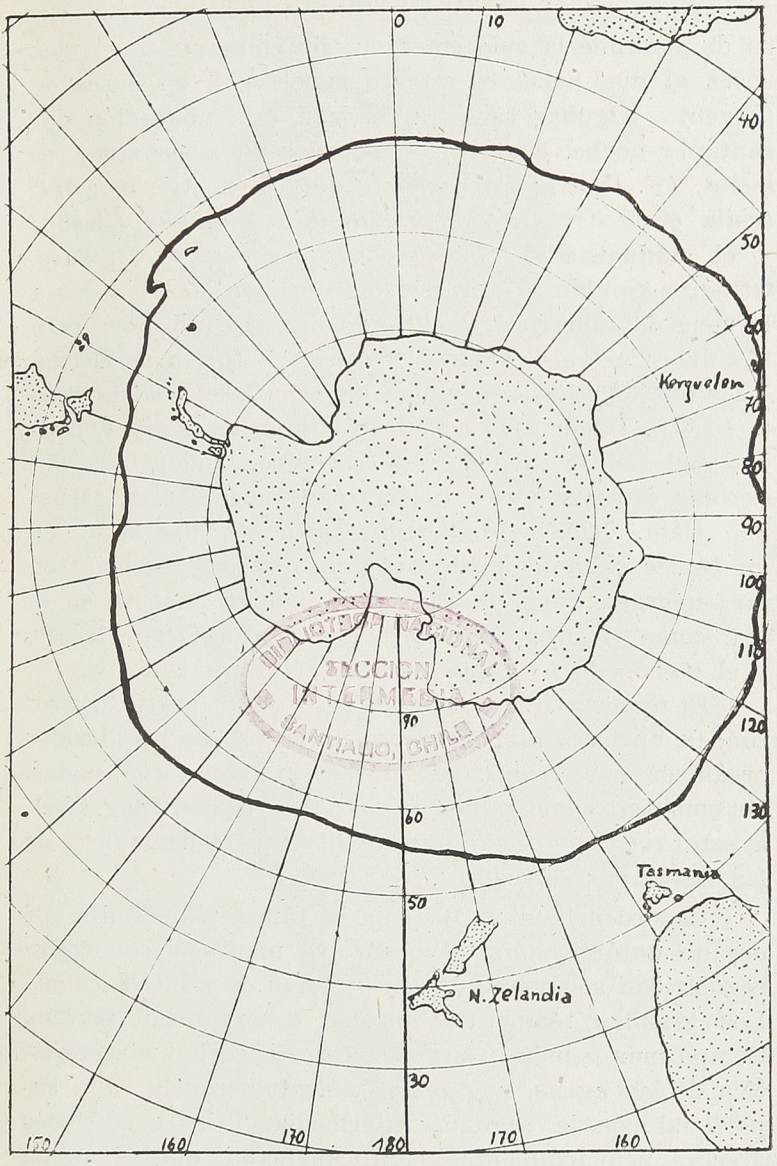
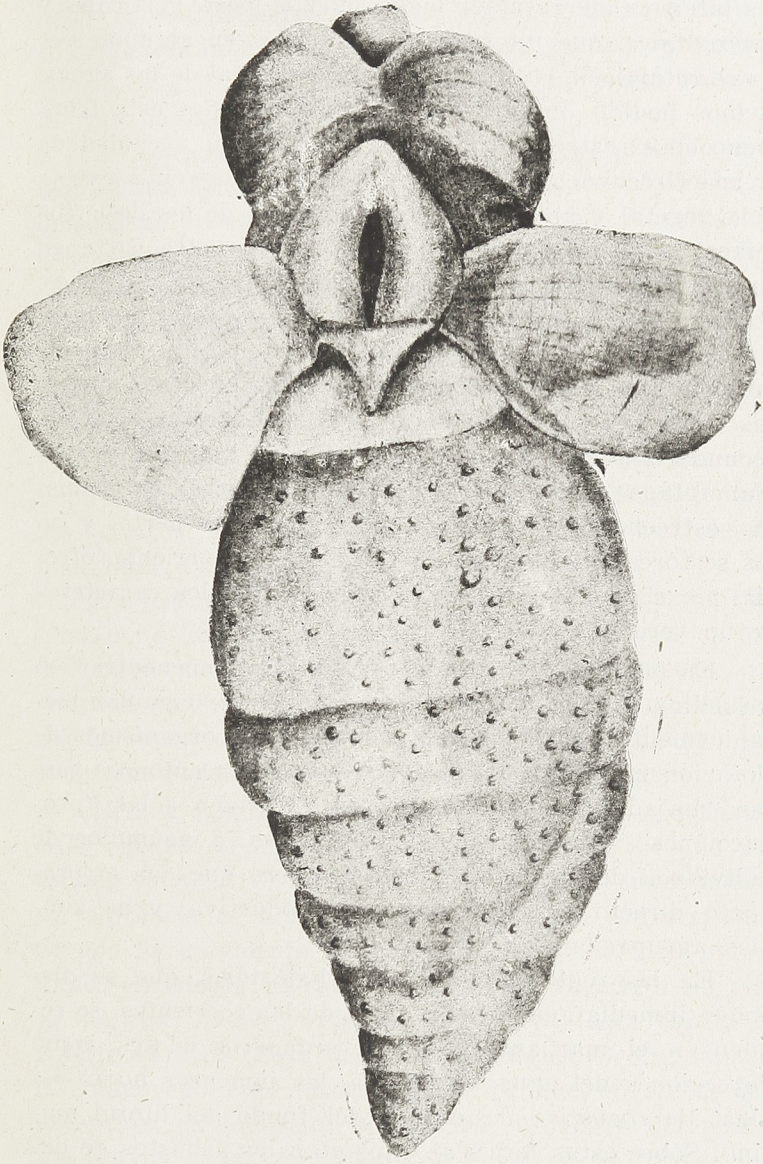


FIG. 22.—Convergencia antártica.
La línea negra trazada en el mar antártico señala la zona en que se encuentran generalmente las aguas surpolares con las sub-antárticas: la Convergencia.

pa de agua, de la cual emergen, sin embargo, una o dos veces al día, hacia el estrato superficial, en busca de alimento. Algunas especies realizan esta migración durante la noche, como los copépodos *Pleuromamma robusta,* (F. Dahl); *Pareuchaeta antarctica,* Giesbr.; *Metridia gerlachei,* Giesbr., y *Calanus simillimus,* Giesbr., y el euphausiácido *Thysanoessa macrura,* G. O. Sars. Otras en cambio, se dirigen dos veces en las 24 horas a la zona de superficie, realizando un viaje diurno y otro nocturno; así los extraños vermes, en forma de flecha, —los quetognatos—, la pulga de mar *Parathemisto gaudichaudii,* (Guér.), el copépodo *Rhincalanus gigas,* Brady, y el molusco alado *Limacine balea,* Möller, cuya policroma estampa evoca la figura de avecillas de ensueño, (lám. XIX). Finalmente, podemos distinguir en un tercer grupo, aquéllos organismos del zoo-plancton que emergen hacia la capa iluminada solamente en el día, como el sifonóforo *Pyrostephos vanhöffeni,* Moser, y el pterópodo *Limacine helicina,* (Phipps).

El tercer estrato, aquel de las aguas antárticas profundas, encierra algunas especies propias de los abismos oceánicos universales, que no se mantienen confinadas, sin embargo, como ya hemos visto más arriba, (pág. 106), a esta zona, logrando invadir libremente cualquiera de las dos capas superiores.

La ordenación vertical de la fauna planctónica del océano antártico, así esbozada, se mantiene con cierta regularidad solamente en los sectores de relativa calma. Los grandes temporales pueden desorganizar, por un tiempo más o menos largo, la estratificación característica de las aguas, mezclando violentamente la capa superficial con la segunda intermedia. Tales condiciones afectan principalmente al fito--plancton, que es arrastrado, entonces, a regiones disfóticas, carentes de luz, y, en consecuencia, inadecuadas para la vida vegetal. El mismo resultado se deriva de la presencia de corrien-



LÁM. XIX.—*Clione antarctica.*
Pterópodo alado del océano sur-polar.
(Del. S. M. de Pfeil).

tes intensas, de carácter más o menos local, verticales y horizontales, que interrumpen, también, en algunos sectores antárticos, la ordenación fundamental de las aguas. Hemos podido observar áreas afectadas por este fenómeno en el estrecho de Bransfield y en la vecindad de la isla Greenwich (Shetland del Sur), zonas cuya escasa vida vegetal y animal evoca el recuerdo de los desiertos terrestres. Estas corrientes arrastran, por otra parte, en su seno, plantas y animales reunidos aquí, en ocasiones, por cantidades innumerables y fantásticas. Tales zoo-corrientes pueden determinar aún un aspecto aceitoso, muy notable de la superficie del mar. La masa de seres aprisionados pasivamente en estos sectores, atrae, secundariamente, una rica población de ballenas y aves planctófagas, como me ha sido dado observar en el mismo estrecho de Bransfield, que, por otra parte, y en los sectores situados por fuera de la zoo-corriente, ofrecía, por su pobreza, como ya he señalado, los caracteres de un verdadero desierto.

En las zonas en que contactan y se encuentran en torbellino corrientes de sentido diverso, se acumulan mecánicamente, en modo impresionante, los organismos de flotación más o menos pasiva. Se originan entonces vastas "majadas", muy distintas en su origen a las "producciones", que corresponden, también, a acúmulos de individuos de una misma especie, pero que son el producto directo de la actividad reproductiva, y no simples agrupaciones pasivas.

En las regiones calmas, de halostasis, que se disponen inmediatamente por fuera de las corrientes, se reúnen en el mar antártico, en verdaderos islotes, como deyecciones del agua torrentosa, las inmensas hojas del alga *Macrocystis,* arrancadas del fondo del litoral marino. Sobre estas hojas se implantan los arbustos de delicados pólipos hidroídeos; cientos de miles de vermes de concha calcárea del género *Spirorbis,* asientan lado a

lado con los tapices, calcáreos también, de las colonias de briozoos; pequeñas ascidias sésiles y blancos moluscos opistobranquiados, completan el cuadro faunístico que se desarrolla en estos verdaderos oasis que nacen a la vera de las corrientes marinas.

A despecho de corrientes y huracanes, que sólo pueden actuar localmente, se mantiene, en la mayor parte del océano antártico, en modo muy estable, la estratificación característica. El calor estival, que en otros mares acelera la evaporación superficial, aumentando con ello la densidad de esta capa que cae luego por el mayor peso alcanzado al fondo, contribuyendo a la mezcla del agua, no actúa en este sentido, en el mar sur-polar, en donde toda la energía calórica es desgastada en la fusión de nuevas masas de hielo. El pack-ice mismo, contribuye, también, directamente, en la estabilización de los estratos, al calmar con su presencia el vivo oleaje, que tiende a intercambiar las masas del agua.

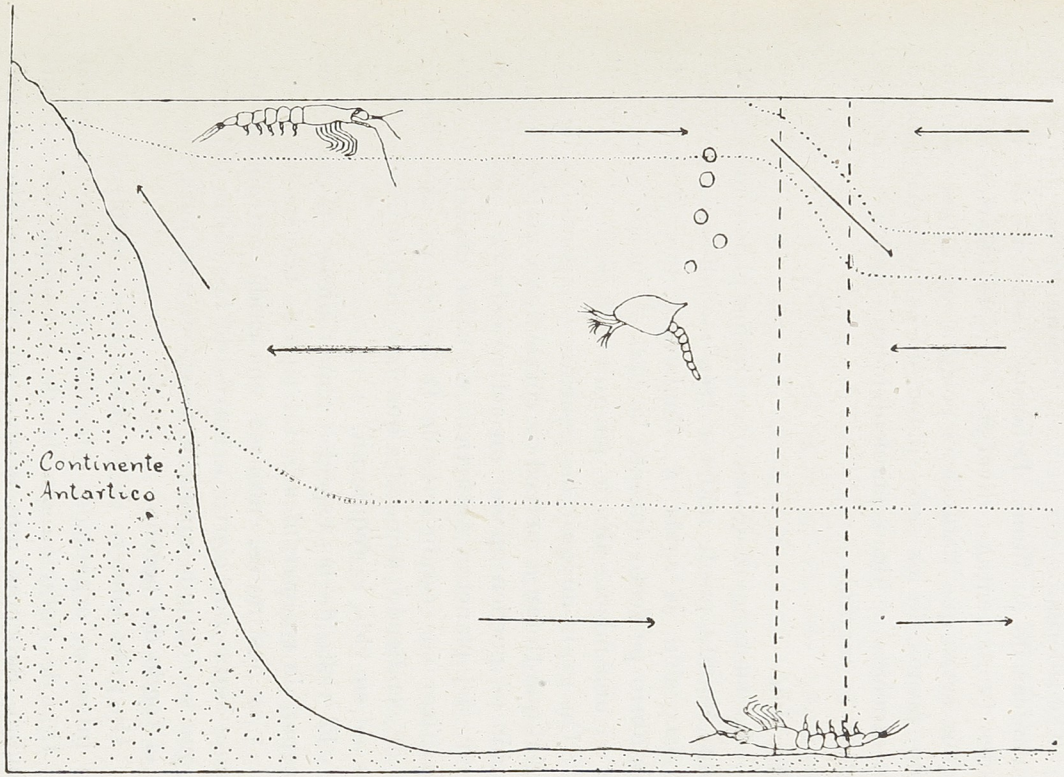
En los comienzos del invierno, y a raíz del enfriamiento de las aguas superficiales, que alcanzan entonces mayor densidad, se establecen, necesariamente, corrientes verticales que desorganizan los estratos, redundando en serios inconvenientes para flora y fauna, que son arrastradas, en parte, a las profundidades.

Hemos señalado, (pág. 110), el sentido, la orientación, en que se desplazan las tres capas del océano antártico (fig. 21). Vimos allí que las aguas superficiales corren hacia el norte, hacia la línea de convergencia. Se nos hace evidente, entonces, que toda la vida planctónica encerrada en esta capa, está entregada a un viaje del cual no hay regreso, y en cuya meta espera la muerte violenta. Esta destinación trágica, profundamente conmovedora en su crudeza, se cumple, en efecto, sin excepción, en todos los organismos vegetales del plancton, cuyos caparazones silíceos recubren en gruesa capa, de kilómetros de ancho, el fondo marino, a nivel de

la Convergencia antártica. Sus esporas, sin embargo, que deben volver necesariemente a las aguas de las altas latitudes, para reemplazar a los individuos adultos eliminados, caen, durante el viaje, a la segunda capa de dirección austral, en cuya corriente realizan el camino inverso (lám. XXII).

Los animales planctónicos, que sufren probablemente, en un elevado porcentaje, la misma suerte de fitoplancton, pueden liberarse, sin embargo, de este triste sino buscando activamente el estrato intermediario, de orientación polar. Hemos visto, en efecto, que una inmensa mayoría de las especies del zoo-plancton realiza migraciones diarias de la capa superficial a la subyacente, (lám. XXIII). Estas translaciones verticales se traducen entonces, consecuentemente, a la vez, en navegaciones horizontales, encaminadas ya hacia el ecuador, ya hacia el litoral antártico, que pueden anularse mutuamente. Válganos de ejemplo típico, para la comprensión de este problema, finalmente, el caso del alimento principal de las ballenas de barba, el crustáceo *Euphausia superba*, Dana, que viaja como adulto en la capa superficial hacia la Convergencia, hacia la muerte. Sus huevos y larvas, en cambio, caen al segundo estrato, más temperado, en cuyo seno son devueltos al agua litoral antártica, (lám. XX).

En las páginas precedentes hemos pasado revista a las condiciones generales que caracterizan al pelagial del océano antártico, definiendo luego sus límites y esbozando en grandes rasgos los factores que gobiernan la ordenación de su fauna en el seno de las aguas. Analicemos, en lo que sigue, las interrelaciones que se establecen en este ambiente entre las cualidades específicas del habitat, por una parte, y la estructura y función de sus componentes animales, por otra.



LÁM. XX.—Ciclo horizontal-vertical de *Euphausia* en el océano antártico. Los individuos adultos (arriba) son arrastrados en el seno del estrato superficial hacia la Convergencia antártica (entre las líneas verticales de puntos), en donde mueren, cayendo al fondo (abajo).

Los huevos, depuestos durante este viaje, encuentran el equilibrio de flotación solamente en el segundo estrato en cuyo cauce se desarrollan también las larvas (al centro), que son devueltos de este modo al litoral sur-polar.

Las flechas indican la dirección de las corrientes en las tres capas del mar antártico.

Actividades dinámicas de la fauna.

Consideremos, en primer término, a las actividades dinámicas de su fauna. Debemos distinguir dos modalidades fundamentales diversas en la translación especial de los seres que habitan el pelagial antártico: la flotación, propia de los seres planctónicos, y la natación, de las especies nécticas, eminentemente pasiva la primera, activa la segunda.

Flotación

La suspensión de los organismos planctónicos en la masa líquida puede adoptar tres modalidades diversas: la ascensión, la caída, y, finalmente, una situación de equilibrio perfecto durante la cual el cuerpo se mantiene en una misma altura, sin subir ni bajar.

Un gran número de aquellos componentes del pelagial que flotan a merced de corrientes y mareas, a cuya acción no pueden oponer un activo esfuerzo orgánico, es decir, del plancton antártico, se halla capacitado para modificar sus condiciones de flotación, ya ascendiendo, ya descendiendo, a medida que las cambiantes condiciones de su vida lo requieran.

El resto de las especies planctónicas, en cambio, es incapaz de realizar ni aún tal tipo de translación vertical, y su destino es, entonces, una caída, extraordinariamente lenta, por cierto, a través de las capas del agua, la que se continúa más allá de su muerte, para finalizar en el fondo del océano.

Un gran número de factores, tanto ambientales como internos, orgánicos, interviene en la determinación del tipo de flotación que ha de ser propio de cada individuo. Sabemos que actúan en este sentido, en primer lugar, el peso específico del cuerpo afectado; en segundo término, la masa de agua desplazada por este cuerpo en cuyo peso se aliviana el objeto sumergido;

luego interviene, también, la resistencia que oponen a la caída las moléculas de líquido, que deben ser desplazadas a tal efecto, resistencia que, a su vez, depende de la viscosidad del medio, por una parte, y del número de moléculas removidas, por otra.

Analicemos, pues, en primer término, aquellos factores determinantes que radican en el medio ambiente que rodea al organismo planctónico. Así influye profundamente, en la flotación del cuerpo sumergido en el mar, el peso de la masa de agua que ha sido desplazada por su volumen, peso que depende, a su vez, de la temperatura y del contenido en sales del líquido. En tanto que un litro de agua marina (3,5% de salinidad), pesa 1.026 g. a 15 grados C., sube, al bajar su temperatura, hasta 0 grados C, a 1.029 g. Se nos hace evidente entonces que las aguas antárticas facilitan, ya por el frío que les es propio, la flotación de sus pobladores. Por otra parte, podemos concluir que la capa superficial y la profunda, aventajen en este sentido a la zona intermedia de aguas, tres a cuatro veces más temperada.

Mientras que la relación entre el peso del líquido y su temperatura es del tipo inverso, resulta directamente proporcional en relación a la salinidad. Así alcanza el litro de agua marina, con un 3,5% de salinidad, 1.029 g. a 0 grados C., en contraposición al kilógramo que pesa el litro de agua destilada. Es este factor, la salinidad, el que prima sobre la temperatura en la ordenación de las capas del océano antártico, determinando su estratificación particular a través de la cual se sobreponen las aguas superficiales, más frías, pero muy dulces, a un estrato más temperado, pero cargado de sales. El peso relativo de las tres capas en el océano antártico va en aumento, pues, necesariamente, desde la superficie hasta el fondo, facilitando en el mismo sentido, más y más también, en consecuencia, la flotación de los seres que las habitan.

La viscosidad del medio, ahora, resultado directo del roce originado entre las moléculas del líquido que son desplazadas por el cuerpo en flotación, se relaciona también con temperatura y salinidad. En tanto que un mayor contenido en componentes minerales aumenta la resistencia que oponen a la caída de los cuerpos, la disminuye, en cambio, una temperatura elevada. Esta relación calor-viscosidad, se modifica por cada grado de aumento en la temperatura hasta el límite de 40 grados C., con la disminución en un 2 a 3%, de tal modo que agua de 25 grados C., cuenta apenas con la mitad del grado de viscosidad que sería propio de agua a 0 grado C., mecanismo claramente comprensible al recordar la polimerización de las moléculas que se opera en el agua a baja temperatura, y a través de la cual viene a pasar el dihidrol, líquido, al estado de hielo, de trihidrol. En consecuencia, resulta que los fríos mares antárticos ofrecen una alta resistencia por roce interno a los organismos suspendidos en su medio, fenómeno que facilita, por su parte, una flotación efectiva.

Hemos pasado revista, hasta aquí, a los factores ambientales que influyen sobre la suspensión de los organismos en el habitat pelágico del océano antártico. Dediquemos nuestra atención, en lo que sigue, a los mecanismos orgánicos internos, que, a su vez, tienden a disminuir, por una parte, el sobrepeso de los seres en este biotopo, y a aumentar, por otra, su "resistencia de forma", modos ambos que acrecientan la capacidad de flotación según la fórmula siguiente:

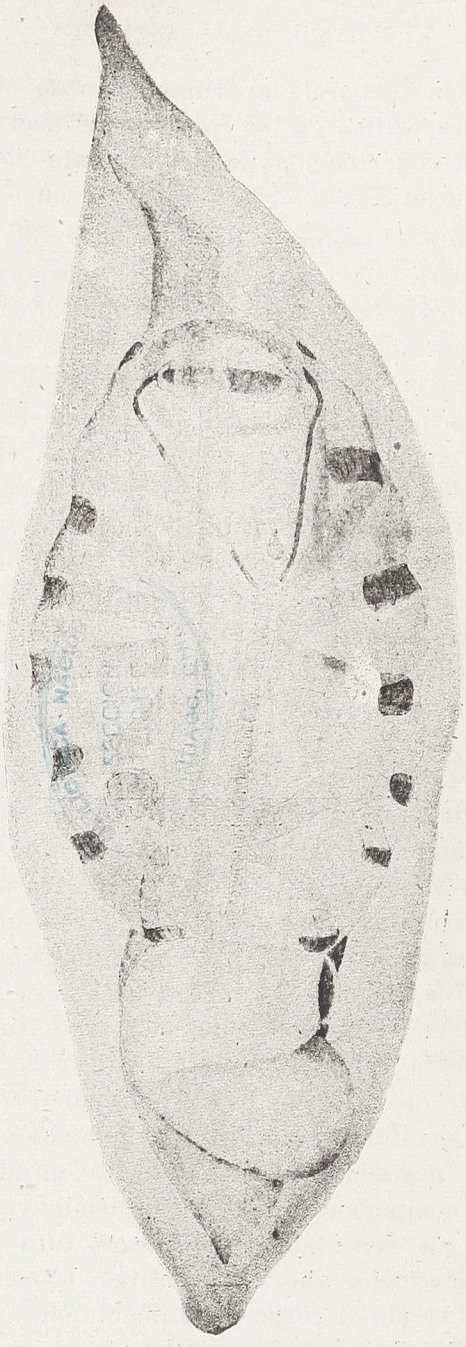
$$\text{velocidad de caída} = \frac{\text{sobrepeso}}{\text{resistencia de forma} \times \text{viscosidad medio}}$$

La reducción del sobrepeso en los organismos antárticos se alcanza a través de tres sistemas diferentes: la absorción del líquido ambiente en gran cantidad por

la substancia corporal, la acumulación de elementos de bajo peso específico en los confines del cuerpo, y, finalmente, una construcción particularmente liviana de las piezas esqueléticas.

Mediante el primero de estos métodos se alcanza una verdadera dilución de la materia corporal, cuyo volumen aumenta entonces extraordinariamente, desplazando con el mismo número de partículas orgánicas una mayor masa de agua. El líquido ambiental absorbido se acumula en tejidos diferentes, según las especies afectadas. Así encontramos su disposición en el seno de la lámina media, la mesoglea, de medusas, sifonóforos, y ctenóforos, en tanto que se acumula en los tejidos cutáneos de los moluscos nadadores heterópodos y de los anélidos poliquetos *Tomopteris* y *alciopidae* de aguas antárticas. En las transparentes salpas se localiza, finalmente, en el espesor de la cubierta de tunicina que reviste al delicado cuerpecillo (lám. XXI).

Aplicando la segunda de las posibilidades que resultan en la disminución del sobrepeso, cual es la acumulación de sustancias de peso específico más bajo que el líquido ambiente, se alcanzan, necesariamente, efectos aún mayores. Agua de poca salinidad, grasa y gases de distinta naturaleza, son los tres factores que utiliza la fauna pelágica a este efecto, en el ambiente antártico. En las *Beroe,* bolsas de inmensa boca y de paredes que relumbran en todos los tonos del arco iris, se realiza la primera de estas tres posibilidades: la acumulación intracelular de agua de baja salinidad. Un sistema de filtración, cuya naturaleza íntima aún no ha podido ser interpretada, despoja al líquido ambiente, en una gran parte de sus componentes minerales, disminuyendo, en consecuencia, su densidad. Una musculatura lisa, específica, puede expeler ahora las gotitas depositadas en las células de la pared corporal, aumentando con ello activamente el sobrepeso. De este modo, logra realizar la



LÁM. XXI.—*Salpa* sp.
Individuo de una cadena de salpas sexuadas, visto por su cara ventral. Se observa la gruesa capa de tunicina que envuelve al ejemplar. Para la interpretación de las estructuras consúltese la fig. 28.
(Del. S. M. de Pfeil, del nat.).

Beroe amplias translaciones verticales, atravesando los distintos estratos del océano antártico, fenómeno que se traduce, también, en su navegación horizontal, (pág. 117).

La acumulación de gases se opera en la fauna del

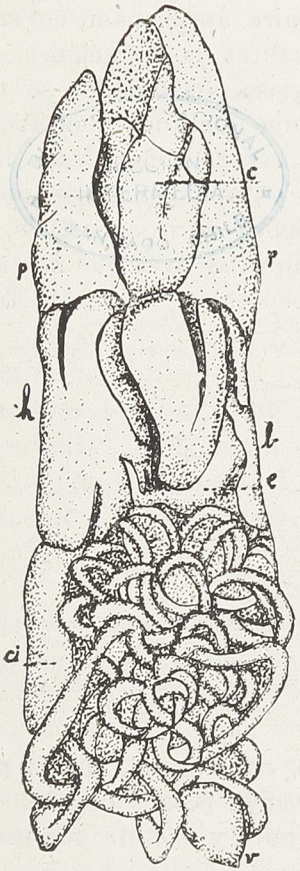
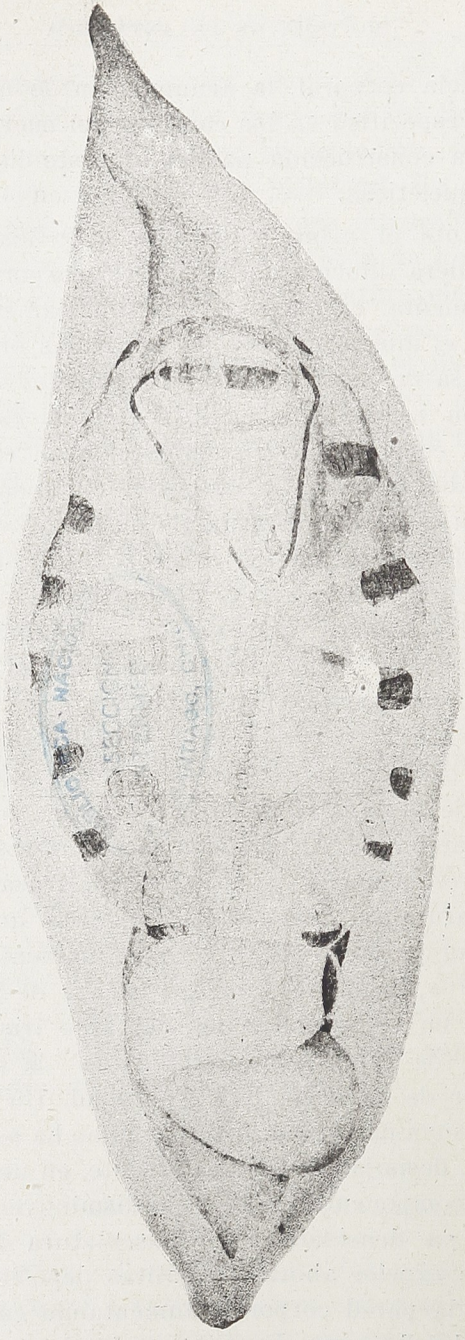


FIG. 23.—Situs visceral de *Lobodon carcinophaga*, foca cangrejera.
b: bazo
c: corazón
ci: ciego
e: estómago
h: hígado
p: pulmones
v: vejiga urinaria



LÁM. XXI.—*Salpa* sp.
Individuo de una cadena de salpas sexuadas, visto por su cara ventral. Se observa la gruesa capa de tunicina que envuelve al ejemplar. Para la interpretación de las estructuras consúltese la fig. 28.
(Del. S. M. de Pfeil, del nat.).

Beroe amplias translaciones verticales, atravesando los distintos estratos del océano antártico, fenómeno que se traduce, también, en su navegación horizontal, (pág. 117).

La acumulación de gases se opera en la fauna del

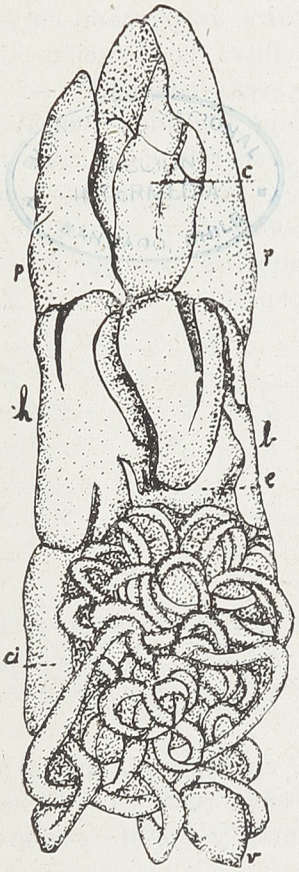


FIG. 23.—Situs visceral de *Lobodon carcinophaga*, foca cangrejera.
b: bazo
c: corazón
ci: ciego
e: estómago
h: hígado
p: pulmones
v: vejiga urinaria

Océano sur-polar, principalmente, en mamíferos, aves y peces. El aire acumulado en los extensos pulmones de pinipedios (fig. 23), y cetáceos, disminuye notablemente su sobrepeso. Igual cosa se realiza en los pulmones, sacos aéreos y huesos de la avifauna, en la cual se suma, todavía, el aire aprisionado en el espesor de los plumones para facilitar la flotación. La mayor o menor cantidad de gases acumulados se traduce directamente en la posición que adopta el ave sobre el agua. En tanto que las especies de huesos neumáticos, amplios sacos aéreos y tupido plumaje, sobrenadan emergiendo muy por encima de la superficie, se hunden hasta la línea dorsal aquellas aves que no cuentan con tales depósitos aéreos corporales, (fig. 24). Esta segunda po-

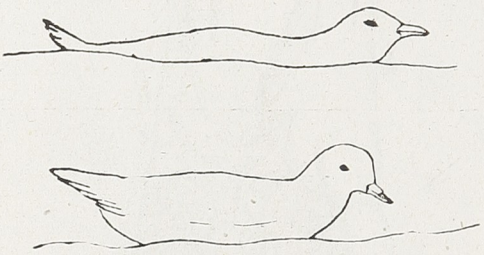


FIG. 24.—Tipo de flotación de aves con y sin huesos neumáticos.
Arriba: *Pygoscelis papua*, pingüino papua.
Abajo: *Daption capensis*, paloma del cabo.
(Según fot. del autor).

sibilidad se realiza, en especial, en los pingüinos, notables zambullidores, cuya pesada construcción y tiesa cubierta plumosa permite y facilita sus profundas sumersiones.

En los peces pelágicos antárticos se disminuye el sobrepeso a través de gases encerrados en una vejiga natatoria, (fig. 25). Los desplazamientos verticales amplios exigen ahora un mecanismo de activa regulación, que permite aumentar o disminuir la cantidad de los gases acumulados, de acuerdo con condiciones de pre-

sión imperantes a la profundidad alcanzada durante la translación. Este mecanismo se realiza en las especies sur-polares, todas fisoclistas, es decir, de vejiga natatoria cerrada, sin comunicación directa con el ambiente, por intermedio de una rica red de capilares que se

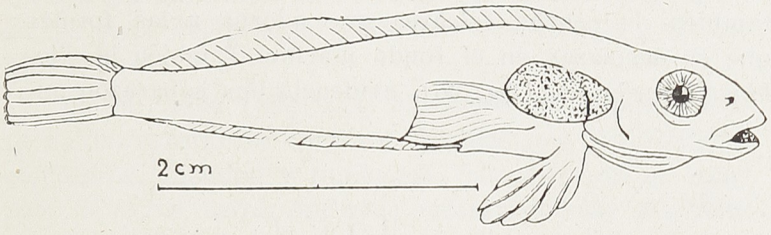


FIG. 25.—*Nototeniido* antártico.
En punteado se indica posición, volumen y forma de la vejiga natatoria.

aplica en una estrecha zona de la pared vesical, constituyendo la "región oval", la "glándula de gases". Fenómenos de difusión regulan entonces el paso de los gases ya desde su continente hacia la sangre, o, contrariamente, desde el lumen vascular al interior de la vejiga natatoria.

La tercera de las substancias que disminuyen el sobrepeso, las grasas, encuentra amplio uso en la fauna pelágica antártica. Encontramos sus depósitos desde los ínfimos crustáceos copépodos hasta aves y gigantescos mamíferos. En los primeros aparece en finas gotas teñidas de rojo, en tanto que construye gruesos muros subcutáneos de tocino en pingüinos, focas, delfines y ballenas. En estos vertebrados homoiotermos combina sus funciones aisladoras con el bajo peso específico, alcanzando una importancia decisiva para la vida de ellos.

Finalmente, se facilita la flotación en los componentes del pelagial antártico por una construcción muy liviana del armazón esquelético, cuyo contenido en calcio es responsable de su elevada densidad. Este proceso

culmina con la eliminación total de piezas calcáreas en seres flotantes, en cuyos parientes bentónicos se echa mano todavía de piezas esqueléticas protectoras. Es así como los crustáceos planctónicos sur-polares carecen de calcio en sus cubiertas quitinosas. En los moluscos cefalópodos y en los alados pterópodos (lám. XIX), por otra parte, se ha reducido, o aún desterrado del todo, también, la concha calcárea que adorna a las formas que se desplazan en el fondo marino. También la *Globigerina* pelágica (fig. 26), evidencia una caparazón mi-

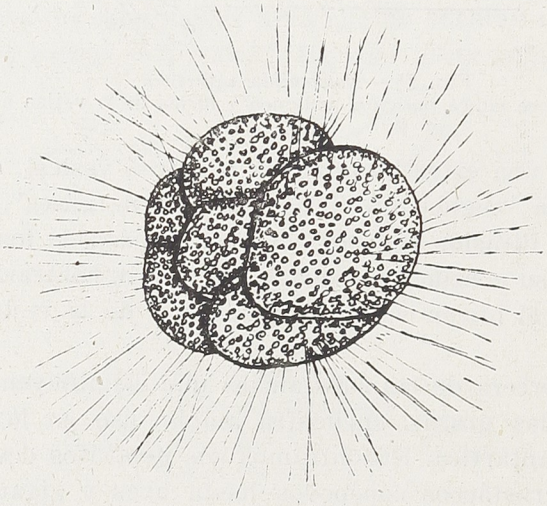


FIG. 26.—*Globigerina* antártica de vida pelágica.

neralizada de notable finura que contrasta con las gruesas cubiertas de las especies bentónicas. En los pinipedios y cetáceos, finalmente, alcanza la reducción esquelética proporciones particularmente notables, tanto por la disminución en su tenor de calcio, como en la sublimación general de sus piezas óseas. Tal fenómeno se hace posible sólo en seres de hábitos acuáticos, cuyo denso medio ambiente contribuye a sostener las masas corpo-

rales, reemplazando, en gran parte, la función que debe desempeñar la armazón ósea en especies terrestres.

Hemos pasado revista, en las páginas que anteceden, a los mecanismos orgánicos que disminuyen el sobrepeso corporal, facilitando, en consecuencia, su flotación. Analicemos, en lo que sigue, los modos estructurales que aumentan la resistencia de forma (pág. 112), en los seres del pelagial antártico, cooperando a su hábito flotante.

La ya citada (pág. 123) absorción del agua ambiente en la substancia corporal de medusas, sifonóforos, ctenóforos, anélidos y tunicados, que aumenta el volumen de estos seres, influye, necesariamente, también, en la extensión de su superficie de proyección sobre el plano horizontal. Es mayor así el número de moléculas del líquido ambiente que deben ser desplazadas por la superficie ventral del cuerpo flotante, y que se oponen a su caída, facilitando, en consecuencia, la flotación de estas especies. La "resistencia de forma" se aumenta todavía en algunos seres antárticos, medusas y larvas *Phyllosoma* de crustáceos, mediante un notable achatamiento del cuerpo que se dispone de plano en el agua, oponiendo, de consiguiente, a la caída, una extensa superficie ventral. Esta superficie de proyección en el plano horizontal se incrementa, finalmente, en algunas diatómeas (*Corethron valdiviae*), así como en varios crustáceos, (*Eucalanus, Landacia*), a través de largos, y, en ocasiones, ramificados apéndices corporales.

Podemos agregar en este punto, todavía, el curioso método de que se vale un pequeño crustáceo antártico, el anfípodo *Nototanais antarcticus* (Hodgson), para flotar pelágicamente. Su organismo no cuenta con estructuraciones que le permitan adoptar este hábito naturalmente. Pero, el bizarro enano, de enormes pinzas, logra aumentar su resistencia de forma elaborando una red de finas fibrillas que lo soportan al modo de una

balsa, paracaídas que recuerda muy de cerca aquellas pequeñas arañas (*Tetragnatha*, etc), que se valen de sus hilos para la realización de largos viajes aéreos.

Analizado ya el conjunto de factores, tanto ambientales como orgánicos, estructurales, que determinan el tipo y grado de capacidad de flotación en un individuo pelágico, podemos formular ahora una teoría explicativa sobre la posición que ocupan los seres antárticos en los diversos estratos de su habitat. Hemos enunciado más arriba (pág. 121), la superposición de aguas que difieren en su capacidad de resistencia a la caída de cuerpos flotantes. Avanzamos, también, que esta cualidad se incrementa progresivamente desde la superficie hacia las capas profundas. Resulta evidente que un organismo pelágico puede buscar una situación de equilibrio a una altura determinada en la masa de agua, localidad que habrá de depender de su estructuración individual. De tal modo se opera, entonces, en los mares antárticos, una ordenación vertical de fauna y flora suspendidas pasivamente, de acuerdo con las cualidades físicas de ambientes y organismos.

La situación de equilibrio alcanzada puede romperse en cualquier instante, ya por cambios endógenos, orgánicos, ya por causales externos, ambientales.

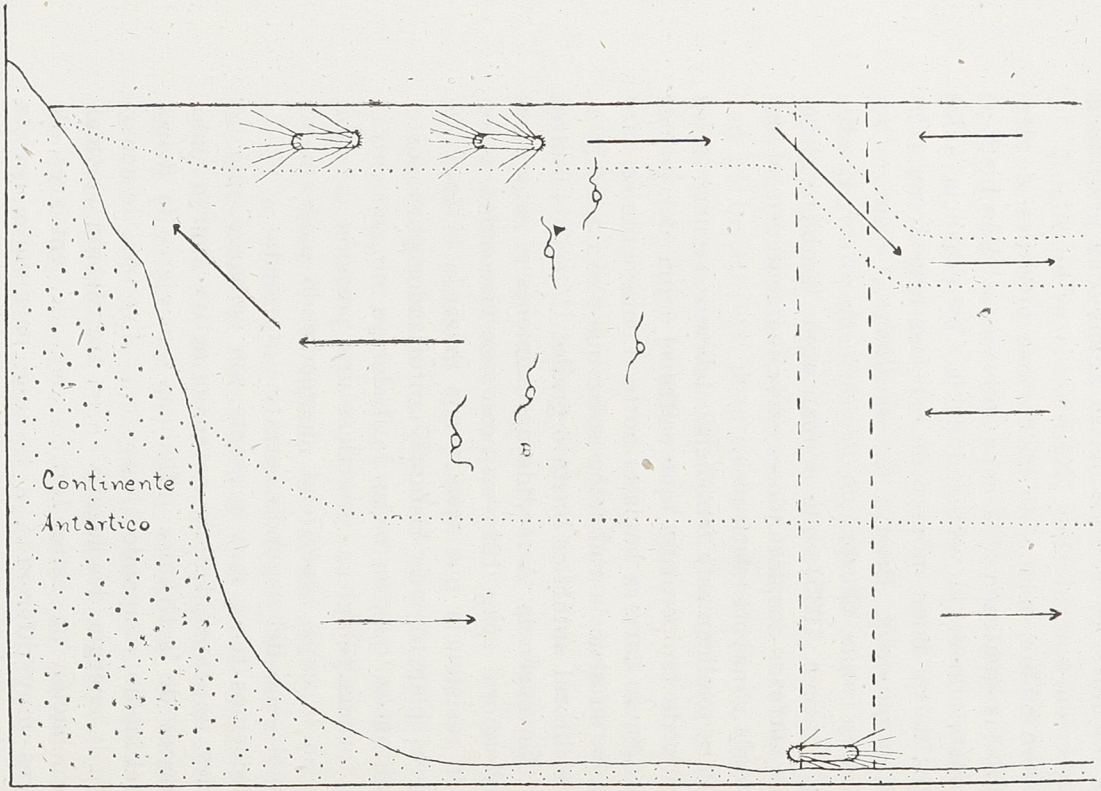
El crecimiento mismo de los individuos va modificando de continuo sus propiedades de construcción relacionadas con la flotación pelágica, de tal modo que, a distintas edades, habrá de ocupar un mismo ser diferentes posiciones en las masas de agua, fenómeno que se revela con impresionante claridad en el ciclo evolutivo de las diatómeas, cuyos individuos adultos logran flotar en la capa superficial, en tanto que sus formas juveniles encuentran aguas suficientemente densas y resistentes a la caída, recién, en el segundo estrato oceánico. La consecuencia biológica que se deriva de tal estado de cosas, determina todo el ciclo vital de estos seres,

cuyos adultos son desplazados hacia el Norte, hacia la Convergencia antártica, devolviéndose al litoral los estados juveniles, en el seno de las aguas más profundas, de dirección austral (lám. XXII).

Pero no son solamente las formas juveniles, de desarrollo, las que caen a la capa intermedia. Más bien, se ha constatado en la vecindad de la Convergencia a los adultos de un buen número de especies crustáceas (*Calanus propinquus,* Brady; *C. simillimus,* Giesbr.; *Ctenocalanus vanus,* Giesbr.; *Scolecithricella minor,* Brady) (lit.: Gunther, 1935), que ocupan aquí, también, al segundo estrato, desplazándose exclusivamente en el superficial, a mayores latitudes.

Para explicar este fenómeno, debemos recurrir a los cambios de temperatura que sufre el agua del primer estrato en su carrera hacia el norte. Lentamente se hace notar en su seno la radiación solar que eleva los 0 grados del litoral antártico hasta 3 grados C., en los límites de la Convergencia. A medida que aumenta el calor, disminuye ahora, (pág. 121), su peso y su viscosidad, y con ello, la resistencia que oponen sus masas a la caída de los seres planctónicos. Estamos autorizados para sostener, entonces, que, en bajas latitudes ya no encuentran estas formas pelágicas antárticas una posición de equilibrio en la capa superficial, descendiendo pasivamente hasta el seno del segundo estrato, intermedio.

Debemos tener muy presente, sin embargo, que las especies de capacidad de natación activa logran independizarse de la tiránica influencia que ejerce la densidad del medio, ocupando alturas muy diversas, de acuerdo con la energía desplegada en su translación vertical. La ordenación de estas formas depende, entonces, de factores muy diferentes, a los que pasaremos revista en los párrafos siguientes.



LÁM. XXII.—Ciclo horizontal-vertical de *Corethron valdiviae* en el océano antártico. Los individuos adultos de la diatómea (arriba) son arrastrados hacia la Convergencia antártica (entre las líneas verticales de puntos) en donde mueren y descienden al fondo. Sus formas juveniles caen pasivamente al segundo estrato en cuyo seno son conducidas nuevamente a las aguas litorales.

Natación.

Es factible agrupar los distintos sistemas funcionales de natación adoptados por la fauna pelágica antártica, en cuatro grandes divisiones: natación a través de cilios, por propulsión a chorro, por medio de movimientos de culebreo y, por último, mediante extremidades que hacen las veces de remos. Vamos a considerar estas cuatro modalidades de translación, en el orden anotado.

La natación basada en la actividad de cilios, viene a ser, incuestionablemente, la menos efectiva de estas posibilidades. La acción de golpe sobre el agua, que realiza cada elemento ciliar, es, necesariamente, muy reducida, en atención a la superficie mínima de estos remos microscópicos. Por otra parte, resulta evidente que, sólo



FIG. 27.—Esquema de las paletas natatorias de *Beroë*.

a través de la labor conjunta de un enorme número de cilios, es posible alcanzar cierta efectividad y potencia dinámica. De allí que la extensión de la superficie corporal, en relación a la masa del organismo, deba ser muy grande para proporcionar un campo de implante ciliar amplio. Consecuentemente, resulta que los seres pequeños, de superficie relativamente extensa, cuentan con mayores facilidades para esta modalidad dinámica que los organismos de mayor talla. En el océano antártico, muy escasos animales macroscópicos, todos ctenóforos (*Beroë, Pleurobraquia, Cryptocoda y Callianira*), se valen de cilios para su natación. Debemos tener presente, sin embargo, que estas especies no necesitan de movimientos activos par contrarrestar la acción de la gravedad, y

que, aún, sus translaciones verticales se realizan, en parte, a través de cambios activos de su sobrepeso (pág. 122 y sig.), contribuyendo a los movimientos, también, la contracción total del cuerpo, que expulsa el agua contenida en su interior, con lo que logra una verdadera propulsión a chorro (pág. 133). Los elementos ciliares en nuestros ctenóforos han perdido su individualidad, fusionándose en paletas dispuestas en ocho corridas longitudinales (fig. 27).

El segundo modo dinámico, la propulsión a chorro, lo realizan en el ambiente antártico, además de los ctenóforos ya señalados, las medusas, los sifonóforos, los octópodos y las salpas.

En las medusas (5), podemos distinguir, todavía, entre la translación de las formas craspedotas provistas de un velo, y las especies acráspedas, de amplia abertura subumbrelar. En las primeras se hace aún más efectiva la acción propulsora del chorro de agua expelida a través del estrechamiento del orificio de salida, que se realiza simultáneamente con la contracción umbrelar, y cuyo cierre se traduce, entonces, en un aumento de la velocidad del agua expulsada.

Los pulpos antárticos de los géneros característicos *Eledone* y *Octopus*, se valen de un idéntico principio físico para su natación. Expelen violentamente el agua contenida en su cavidad del manto, a través de un sifón en embudo, generando, en consecuencia, una enérgica corriente que lanza en sentido contrario al cefalópodo.

La propulsión a chorro en las salpas antárticas (*Salpa* y *Oikopleura*), se verifica por intermedio de fuertes contracciones de los anillos musculares, que abrazan

(5) *Sibogita borchgrevinki*, Browne; *Catablema weldoni*, Browne; *Cosmetirella simplex; Botrynema brucei*, Browne; *Homoeonema racovitzae; Pegantha trilobosa; Periphylla hyacinthina*, Steenstrup; *Atolla wyvillei*, Haeckel; *Desmonema gaudichaudi*, Lesson.

al transparente cuerpecillo como los zunchos a un tonel. Simultáneamente, y por acción de la misma musculatura, se cierra el orificio bucal (fig. 28). De aquí que el

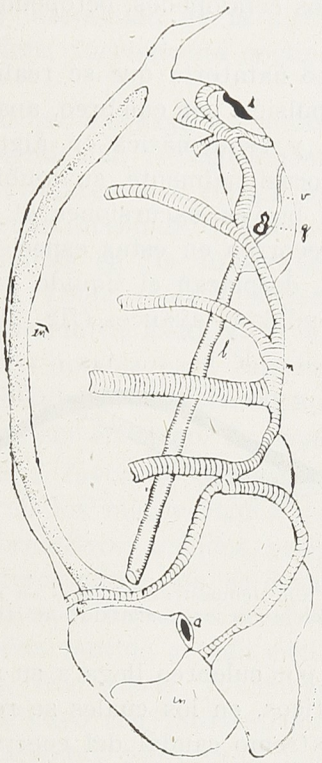


FIG. 28.—*Salpa* antártica. Esquema que demuestra la continuidad directa de las bandeletas musculares que rodean al cuerpo con el anillo que cierra el orificio bucal.

a: ano
b: branquia
en: endostilo
g: ganglio
i: orificio de ingestión
in: intestino
m: bandeleta muscular
v: arco vibrátil

agua contenida en el espacio peribranquial sólo encuentra paso libre hacia el exterior por la cloaca. El chorro de líquido resultante impulsa entonces a las salpas oralmente, hacia adelante, dirección inversa, por lo tanto, a la que siguen los cefalópodos, octópodos, a resultas de su propulsión.

El tercer tipo natatorio que se realiza en la fauna antártica, la propulsión por culebreo, aparece en su forma más sencilla y esquemática en algunos nemátodos que dejan sólo ocasionalmente su ambiente bentónico para elevarse en breves excursiones al seno del agua. Las ondas que recorren en estas especies al cuerpo, en toda su longitud, desplazan el líquido ambiente, traduciéndose en un ondulado avance. (fig. 29).



FIG. 29.—Esquema que demuestra dos fases en el modo dinámico característico, el culebreo, de un nemátodo antártico: *Thoracostoma*.

La natación por culebreo llega a su apogeo en peces y cetáceos antárticos, en los cuales se reduce su actividad motora al extremo caudal del cuerpo. En los peces del océano sur-polar alcanza este modo dinámico altos grados de efectividad, a través de un alargamiento notable del motor caudal, cuya actividad se incrementa, en consecuencia. En parte influye, en la consecución de este resultado estructural, el aumento del número de vértebras que es propio de estas especies de aguas frías. Trataremos de encontrar la causal de tan interesante fenómeno al discutir el metabolismo cálcico de la fauna pelágica antártica, (pág. 167 y sig.)

En tanto que las ondas dinámicas recorren la cola

de los peces antárticos en el sentido horizontal, se verifica el movimiento verticalmente en la cola de los cetáceos. Sin embargo, es posible constatar también, en particular, en las especies de talla reducida, ocasionales movimientos de lateralidad de la aleta caudal, que se mantiene, entonces, fuertemente inclinada en el plano oblicuo.

La velocidad que alcanzan los cetáceos en sus translaciones, es determinada, necesariamente, por un complejo de factores referentes a forma, tamaño, peso corporal y disposición muscular. Consecuentemente, varía entre amplios límites en las diferentes especies. En la ballena Finnback (*Balaenoptera physalus*, L.), se ha calculado un recorrido de hasta siete metros por segundo, velocidad bien notable para tan inmensa mole. La enorme cola, destinada exclusivamente a la actividad dinámica, explica, sin embargo, su capacidad funcional.

La natación a favor de palancas se realiza en la fauna antártica en los más variados grupos de animales. Desde los primitivos anélidos pelágicos, hasta las aves y los mamíferos pinipedios, se desplazan con miembros que obran al modo de remos en el seno de las aguas sur-polares. En este sentido actúan en los transparentes vermes anillados, *Tomopteris*, y alciopídeos, las cerdas y los mamelones, cuyo conjunto estructura a los parapodios que se implantan sobre cada uno de los segmentos corporales. Entran en acción estos miembros primitivos, en parte, con las ondas de culebreo lateral, que recorren al cuerpo entero.

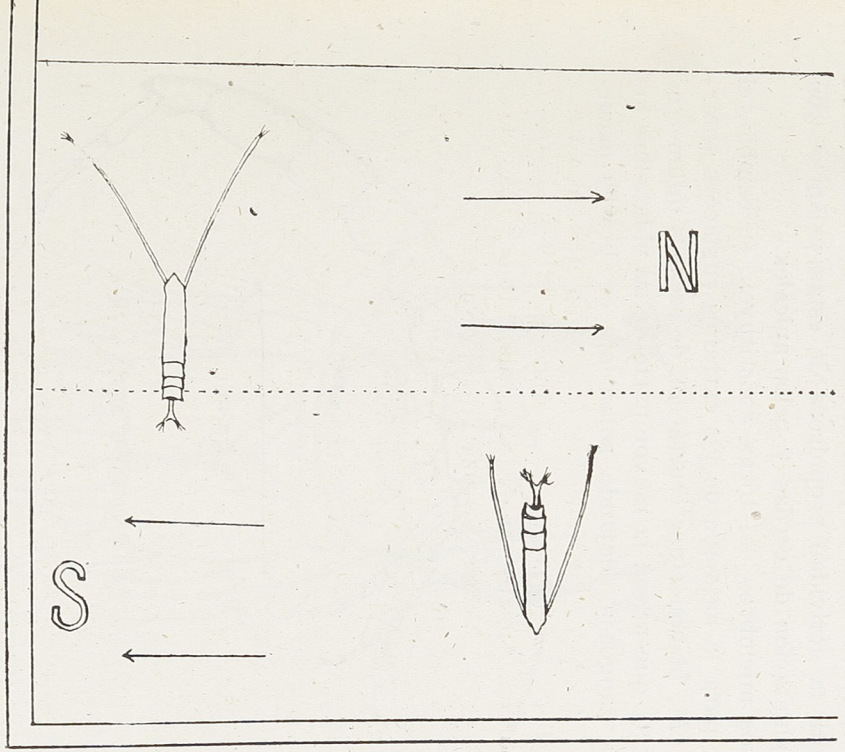
Muy diverso es el mecanismo de natación en el resto de los seres neríticos antárticos. Ya en ellos no cabe intervención alguna a culebreos corporales, restringiéndose la acción dinámica sobre miembros determinados, palancas de propulsión.

En los pequeños crustáceos copépodos, la translación corre por cuenta del segundo par de antenas. Sus

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

bruscos movimientos lanzan al cuerpecillo en dirección oral, hacia adelante. Colaboran con las antenas, también, en segundo lugar, las patas torácicas nadadoras, cuya violenta extensión caudal refuerza los saltos. Necesariamente, demanda, este modo dinámico, a saltos, que deben vencer la alta resistencia del medio acuático, un elevado gasto de energías. El cansancio, motor consecutivo, se traduce en períodos de sueño letárgico, que suceden a las horas de activo esfuerzo. En el copépodo *Diaptomus*, de aguas dulces, se ha logrado demostrar que estos seres caen lentamente hacia capas profundas durante sus momentos de descanso (lit.: Vosseler, 1891). Puede suponerse, entonces, a nuestro modo de ver, un mecanismo enteramente semejante para los copépodos sur-polares. Hemos señalado ya, más arriba, (pág. 114), que estas especies realizan, efectivamente, extensas translaciones diarias verticales entre el estrato superficial y la capa intermedia de aguas. Se desprende, necesariamente, que ellos recorren caminos inversos, en sentido horizontal, en sus períodos dinámicamente activos y pasivos. En tanto que navegan hacia el norte en las capas superficiales que alcanzan durante su esforzada actividad, son devueltos al sur en el seno del estrato intermedio, que transporta sus cuerpecillos, ahora aletargados (lám. XXIII). De tal modo se contrarresta la acción de las grandes corrientes, cuya existencia caracteriza, según postulamos con anterioridad, al ambiente oceánico de la Antártica.

Las antenas y las patitas nadadoras de los copépodos, que valen de motores dinámicos, se ven reforzados en su acción de remos a través de penachos de cerdas que aumentan la resistencia de forma de estas palancas durante su excursión caudal, que ha de lanzar al cuerpo en dirección contraria. En los calánidos antárticos se alcanza, en longitud de antena y desarrollo de



LÁM. XXIII.—Ciclo horizontal-vertical de copépodos en el océano antártico.
En el período de actividad dinámica (izquierda), el copépodo busca activamente la capa superficial, navegando en ella hacia el norte.
Durante el sueño letárgico que sigue a las horas de natación activa, cae nuevamente al estrato intermedio que lo devuelve al sur.
Las flechas indican el sentido de las corrientes en los estratos superficial e intermedio del océano antártico.

sus cerdas, el más alto grado de perfeccionamiento dentro del concierto de los copépodos sur-polares.

Juntamente con estos ínfimos crustáceos se valen también sus bivalvos parientes ostracodos (6), del segundo par de antenas para la translación. En ellos se aumenta la actividad propulsora de estas palancas, con la implantación de cerdas y pelos apicales.

Los miembros del tórax constituyen, en cambio, el motor para la natación de los extraños cumáceos antárticos (7), blanquecinos crustáceos de escasos milímetros de largo, que pasan la mayor parte de su vida sobre los fondos fangosos, dejando solamente en breves excur-

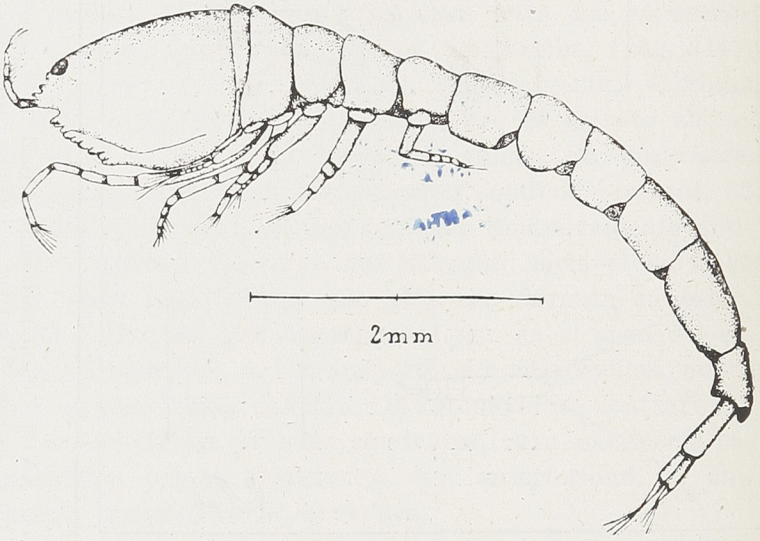


FIG. 30.—*Eudorella* sp., cumáceo.
Hembra adulta.

(6) *Conchoecia hettacra,* Müller; *C. antipoda,* Müller; *C. elegans,* G. O. Sars; *C. hyalophyllum,* Claus; *C. obtusata,* G. O. Sars; *C. rotundata,* Müller; *C. symmetrica,* Müller; *Cythereis consors,* Dad.; *Cythereis devexa,* Müller; *Paradoxostoma gaini,* Dad.

(7) *Cyclaspis glacialis,* Hansen; *Campylaspis frigida,* Hansen; *Eudorella,* sp.

siones natatorias su habitat bentónico. En ellos actúa dinámicamente el primer par de las patitas torácicas, fuertemente reforzado y ampliado a través de cerdas, y con el cual colaboran todavía, en los individuos de género masculino, los pequeños miembros del abdomen. (fig. 30).

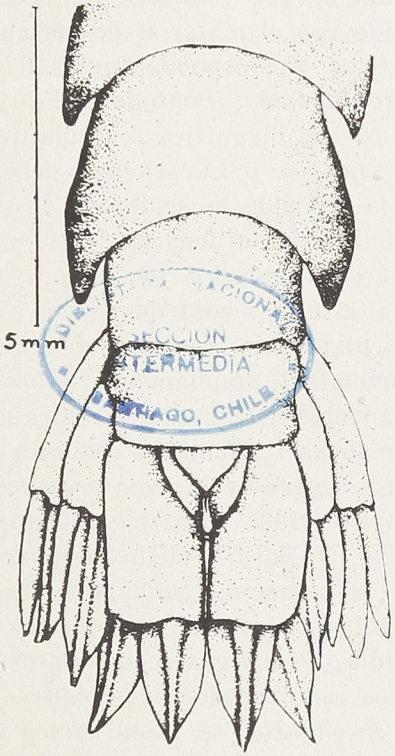


FIG. 31.—*Hyperia* sp.
Aleta caudal natatoria.

En la inmensa mayoría de los crustáceos antárticos anfípodos, son, en cambio, las patas abdominales, las únicas relacionadas con la natación. En especial, corresponde esta tarea dinámica a los tres pares anteriores

del pleón. En relación estrecha con la mayor o menor capacidad de estos miembros, se desarrollan por su parte, los anillos del abdomen, que les dan asiento, albergando, en consecuencia, la musculatura correspondiente. El volumen de estos anillos se revela, entonces, como índice valioso en la apreciación de las cualidades dinámicas natatorias de sus portadores. Podemos establecer, pues, atendiendo a esta cualidad, un escalafón perfectamente definido con el material de los anfípodos gammáridos antárticos. Corresponde aquí a los géneros *Paradexamine, Pontogeneia, Pontogeneiella* y *Prostebbingia,* la palma por la magnífica musculatura abdominal, en tanto que, *Djerboa* y *Eurythenes,* deben disponerse, en atención a la reducida musculatura de sus pleópodos, en los principios de tal ordenación.

Los crustáceos hipéridos (8), ahora, cuya vida se desarrolla en alta mar, medio que exige capacidades de natación particularmente desarrolladas, sobrepasan en su volumen abdominal, ampliamente, a los gammáridos, evidenciando, además, una ancha aleta caudal (fig. 31), telson que, por su parte, también colabora en las translaciones de estos activos y rápidos crustáceos.

En los phyllocáridos antárticos nebaliáceos (*Nebaliopsis typica,* G. O. Sars; *Nebaliella extrema,* Thiele.), intervienen en la natación, igualmente, las patas abdominales, cuyo golpe de remo se ve reforzado por la unión en la línea media, de los cuatro miembros opuestos.

También los esquizópodos sur-polares, y entre ellos la importante *Euphausia,* se valen de los pleópodos como elementos motores. El movimiento pendular de exo- y endopodito en las patitas abdominales impulsa sus transparentes cuerpos con amplia superficie de acción, inte-

(8) *Cyllopus magellanicus,* Dana; *Hyperoche medusarum,* (Krög); *Pseudorchomene coatsi* (Chiltou); *Parathemisto gaudichaudi* (Guér.); *Phronima sedentaria* (Forsk); *Primno macropa,* Guér.; *Vibilia antarctica,* Stebb.; *Hyperia* sp.

grada por innumerables cerdas y pelillos. No hemos podido apreciar una intervención de los seis últimos miembros torácicos en la translación afirmada por otros autores (lit.: Ortmann, 1901). Veremos más adelante, (pág. 156), que estas estructuras han sufrido una avanzada especialización hacia las funciones de prehensión alimenticia. No sería imposible, entonces, que sus movimientos, encaminados a esta actividad, hayan conducido a errores de interpretación a aquellos investigadores.

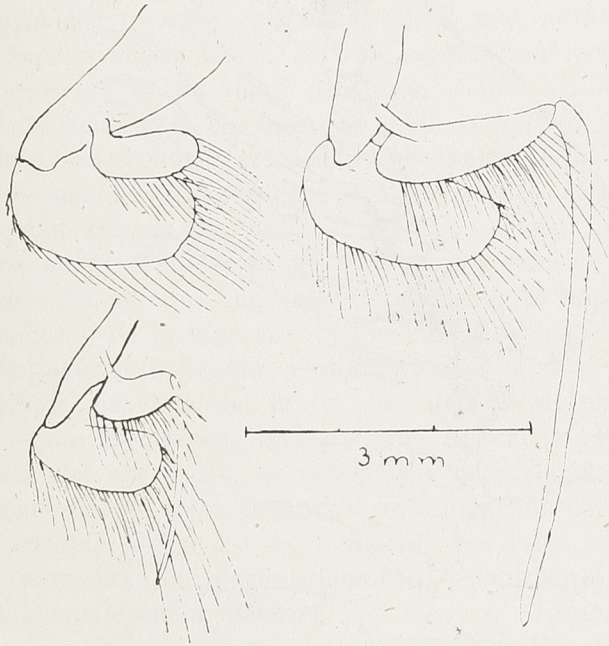
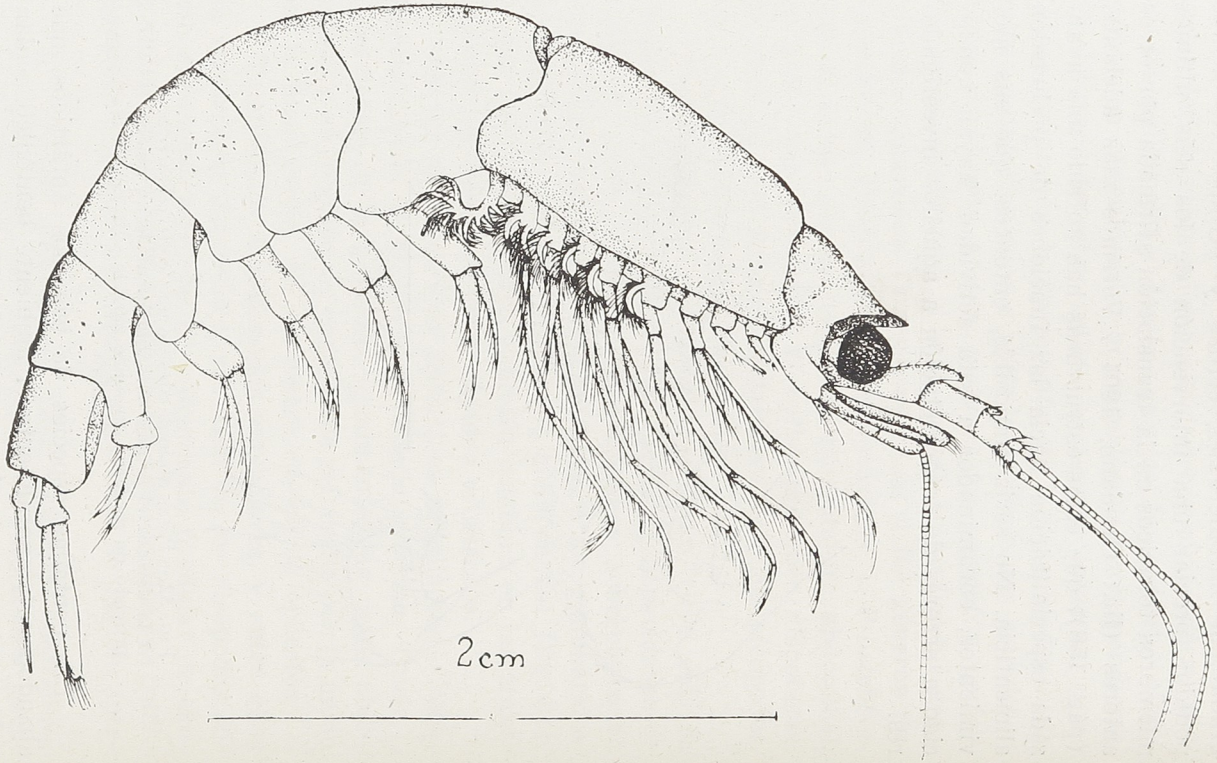


FIG. 32.—Patas abdominales de un *Serolis* antártico. A la derecha el primer par abdominal de un macho provisto de un largo apéndice para la sujeción de la hembra.

Las contadas especies de isópodos antárticos, que abandonan temporalmente el ambiente bentónico, nadan a favor de sus miembros postabdominales, pies espurios estructurados en anchas y planas aletillas (fig. 32). Al



LÁM. XXIV.—*Euphausia superba*.
Se observan las patas torácicas, filtradoras de alimento.

modo de ciertos anfípodos (*Gammarus, Pontoporeia*), se desplazan en el seno del agua sobre la espalda, cuyo grueso caparazón mira, entonces, hacia el fondo del mar.

Debemos señalar, todavía, que en todos los casos hasta aquí analizados se evita la acción negativa de los miembros propulsores en la fase de recuperación, durante la cual son llevados nuevamente a su posición original, a través del plegamiento de las piezas constituyentes, cuyos planos articulares, perfectamente orientados, operan solamente en un sentido.

Mecanismos de natación totalmente diversos se observan en los moluscos alados (9), del mar antártico, cuyas anchas expansiones "alares" cargan aquí con todo el peso de la actividad dinámica, (lám. XIX). La gruesa musculatura de tipo liso que construye estos apéndices, muestra estriaciones transversales, índices seguros de una desarrollada capacidad energética. Las flexiones ventrales de las "alas" se traducen ahora, no solamente en la translación vertical ascendente, ya que cuentan, además, con una definida componente horizontal, resultado de la marcada inclinación oblicua del ala, que acompaña a la flexión, y que hace descender su borde anterior más allá del límite que alcanza el reborde caudal. Este mecanismo, que recuerda estrechamente la dinámica del ala aviar, se revela con neta claridad al anestesiar uno de estos encantadores animalitos por medio de cocaína. Su aleteo, normalmente tan veloz, se retarda, entonces, extraordinariamente, permitiendo distinguir sus diferentes fases.

La natación por intermedio de alas, se realiza, igualmente, en los pingüinos, cuyas gruesas patas, rígidamente extendidas, se limitan a desempeñar el rol de timones. Tal como en los pterópodos, se inclina, también, en

(9) *Cleodora sulcata,* (Pfeffer); *Clione antarctica,* E. A. Smith; *Limacine balea,* Möller; *L. helicina,* (Phipps); *Spongiobranchea australis,* d'Orbigny.

los pájaros niños, la amplia pala alar, ensanchada por el aplanamiento de sus piezas óseas (fig. 33), durante la fase de propulsión. En una posición oblicua, (30 grados con la horizontal), son llevados hacia atrás y abajo, impulsando, en consecuencia, al cuerpo, adelante y arriba. Durante la fase de recuperación se neutraliza en gran parte la acción de remo de las alas, por su posición perfectamente horizontal, que ofrece, entonces, sólo muy pequeña resistencia al agua ambiente.

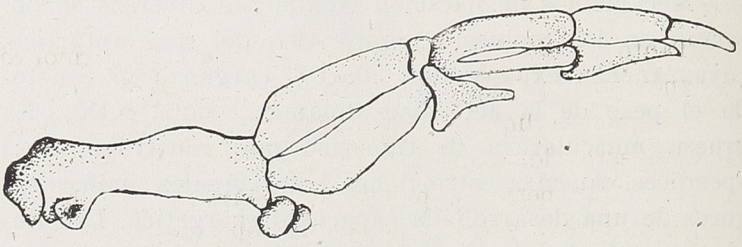


FIG. 33.—*Pucheramphus adeliae*, pingüino adelia. Esqueleto alar que demuestra el extremo aplanamiento de las piezas óseas.

Hemos enunciado ya la acción de timón desempeñada por los miembros posteriores. Debemos agregar, todavía, que ella se ve secundada por la cola bien desarrollada, cuyas inclinaciones, tanto laterales como sobre el plano sagital, dan rumbo a la navegación de estas aves, cuya elevada velocidad exige de tan completos mecanismos para una perfecta orientación espacial.

Es también la cola, cuya extensa flexión ventral dirige al pingüino sumergido hacia la superficie, a la que emerge en su veloz carrera en elegante salto, durante el cual recorre, en ocasiones, más de un metro por el aire, equilibrado por sus alones fuertemente extendidos en la horizontal.

La forma en torpedo y el plumaje aplastado de los pájaros niños, colaboran efectivamente en la dinámica,

en tan alto grado, particular a estos seres, que ya alcanzan sus características estructurales tempranamente, a medio camino de su desarrollo fetal (pág. 285).

Sus parientes voladores del ambiente antártico sólo revelan, en comparación, una escasa especialización hacia el habitat acuático. Con la sola excepción del cormorán (*Phalacrocorax atriceps,* King.), de la golondrina de mar (*Sterna vittata,* Gm.), y de dos o tres petreles, no se sumerge, ninguna de estas volátiles, en la masa misma del agua, aposentándose solamente en la superficie.

Tanto la chillona golondrina como el cormorán bucean a favor de su caída desde cierta altura, penetrando el ambiente líquido con alas plegadas y cuello rectamente estirado.

Gaviotas, petreles, palomitas antárticas y albatroces, se desplazan sobre el mar remando con sus pies de superficie ampliada por la implantación de membranas interdigitales. La extensión muy diferente de estos repliegues cutáneos da testimonio directo de su grado de adaptación a la vida acuática. Podemos establecer, en consecuencia, un escalafón que culmina en los albatroces, y toma su origen en la paloma antártica, *Chionis,* de dedos desprovistos del todo de membrana interdigital.

Debemos mencionar en este capítulo, todavía, al líquido oleoso estomacal de los petreles, que ya hemos apreciado más arriba (pág. 81), y que adquiere un especial significado en el ambiente antártico, frío a la par que húmedo, a través de su función de engrase del plumón.

La natación por miembros en palanca, se aplica, por último, también, en todas las focas sur-polares, cuyas aletas posteriores baten el agua, impulsando el cuerpo hacia adelante. Las patas anteriores, en cambio, sólo actúan como timones accesorios y órganos de estabilización en la navegación.

Resulta difícil distinguir algunas de las fases de propulsión de los pinipedios del modo dinámico propio de los cetáceos. Aquí, como allá, ocurren, incuestionablemente, movimientos de culebreo, pero prevalecen, en las focas, las acciones de remos de los miembros posteriores, razón que nos ha inducido a su ordenación en este grupo dinámico.

Metabolismo digestivo.

La comunidad de vida que puebla con su rica gama de planes orgánicos diversos el seno de las aguas antárticas, satisface las necesidades alimenticias de sus distintos componentes íntegramente sobre la base de los elementos que brinda el propio habitat. Es así como se constituye una cadena, cerrada en anillo cuyos eslabones dependen uno del otro (fig. 39). Factores extraños a este biotopo, en cambio, no se interponen en ningún punto del desfile de presas y captores, de modo que el conjunto de vidas planctónicas y nécticas se define en una unidad autárquica, que depende de sus propios medios, desechando la influencia de todo elemento exógeno.

Las sales disueltas en el medio representan al primero de los eslabones en esta cadena alimenticia. Sus diversos componentes son integrados, luego, por la vegetación y la fauna autótrofa del segundo eslabón, en grasas, albúminas e hidratos de carbono.

Los complejos orgánicos construídos en tal modo fundamentan el metabolismo de la inmensa serie de los animales heterotrofos. Cada una de sus especies hace presa en otras formas, y vale, a su vez, de víctima a una más potente, correspondiendo a otros tantos eslabones.

Los productos de desecho último y los resultados de la descomposición cadavérica final de esta gigantesca serie de eslabones, vuelve a pasar a las aguas ambien-

tes, reconstituyendo, de nuevo, al primero de los eslabones, y cerrando con ello el anillo de la cadena.

Analicemos pues, en lo que sigue, los diversos factores metabólicos de mayor realce que se conjugan en las aguas antárticas, para constituirse en una estrecha unidad orgánica, de impresionante armonía.

Autotrofía

Las algas microscópicas (10), del plancton y los flagelados (11), que conviven con ellas, sintetizan, como es sabido, las complejas substancias integrantes de su protoplasma, a partir de las sencillas moléculas minerales disueltas en el ambiente, a favor de substancias pigmentadas (clorofila, xantofila, etc), que les dan el colorido amarillo, verde o azul, característico. Este fenómeno, la autotrofia, puede realizarse, sin embargo, sólo en presencia de la luz, que actúa como catalizador indispensable. Todos estos organismos logran, en consecuencia, su alimentación, únicamente en la capa de aguas iluminada, en el estrato eufótico. De allí, entonces, que su existencia se halla indisolublemente ligada al estrato superficial en el mar antártico, cuyo tenor en componentes minerales, y grado de iluminación, habrán de determinar la intensidad de su vegetación y fauna autótrofas.

Hemos visto ya, más arriba, (pág. 109), que las sales nutricias de la primera capa de aguas sur-polares son de continuo repuestas a través de la "surgencia" de nuevas masas líquidas que emergen a la superficie desde el estrato intermedio. Sabemos, por otra parte, que des-

---

(10) *Asteromphalis regularis,* Karst; *Corethron valdiviae,* Karst; *Rhizosolenia alata,* Btw.; *Chaetocerus curvatus,* Castr.; *Ch. dichaeta,* Ehrb.; *Ch. neglectus,* Karst; *Fragilaria antarctica,* Castr.; *Thalassiothrix antarctica,* Shimp; *Nitzchia seriata,* Cleve; *Synedra; Phaeocystis brucei,* Mangin.

(11) *Peridinium, Dinophysis, Ceratium, Dictyocha, Distephanus.*

de el fondo, hasta una profundidad de 300 metros, encontramos, en casi todos los océanos, una elevada salinidad, del 3,5% (lit.: Hesse, 1924). La capa intermedia antártica proviene ahora de mares septentrionales y cuenta, en efecto, con un contenido de componentes minerales que alcanza al 34-34,7 por mil, (lit.: Deacon, 1933). Las aguas superficiales, muy dulces en primavera, a raíz del deshielo (1,5%, lit.: Hesse, 1924), reciben prontamente el aflujo de las masas surgentes, elevándose, de este modo, su salinidad hasta 33-33,8 por mil.

Fosfatos y nitrógeno, los componentes de mayor importancia para el metabolismo del plancton autótrofo, alcanza entonces cantidades extraordinariamente elevadas. Los primeros llegan así desde 70 a 138 mg. de $P_2 O_5$ por centímetro cúbico, tenor que resalta frente a los 60-80 mg. de las aguas superficiales sub-antárticas, y mucho más, aún, al lado de los 10 mg. en el estrato superficial de mares subtropicales (lit.: Deacon, 1933).

El nitrógeno, base de la molécula proteica, pilar fundamental del protoplasma viviente, por su parte, alcanza hasta 550 mg. por cc. contra 150-210 mg. de aguas sub-antárticas, y 50 mg. de océanos sub-tropicales. Es sabido, por otra parte, que sólo compuestos bien determinados del nitrógeno son aprovechables en el proceso de fotosíntesis. Estos, los nitritos, nitratos, y sales de amonio, componen la mayor parte del ázoe presente en el estrato superficial del mar antártico (350-500 mg. de NO_3 por cc=6 a 8 mg. de nitritos) (lit.: Hart, 1934), fenómeno relacionado íntimamente con la baja temperatura de estas aguas, que favorece selectivamente la formación de tales compuestos del nitrógeno.

El conjunto de todas estas vitales materias primas ocurre, por consiguiente, en enormes cantidades, en la capa eufótica sur-polar, medio de vida cuya riqueza sólo encuentra paralelo en las zonas de agua surgentes

de las corrientes de Humboldt en Sud-América, y de Benguela, en la costa africana.

Es de comprender, entonces, que todo fenómeno físico resultante en una más activa mezcla de las dos capas primeras del océano antártico, trae, como consecuencia, un aumento en el tenor de sales del estrato superficial. Actúa en este sentido el deshielo primaveral con la creación de aguas muy frías, pesadas, por tanto, que tienden a caer, y en cuyo reemplazo emergen masas ricas en sales, del estrato intermedio. Podemos entrever, entonces, eventualmente, cierta relación entre esta época de intensa mezcla y el "florecimiento" de diatómeas que la sigue a continuación.

Al lado de componentes nitrogenados y fosfatos aportados a la capa eufótica a través de la "surgencia", desempeñan también un rol importante en el metabolismo de los seres autótrofos, el hierro y la sílice. Ambos toman su origen, en gran parte, en la misma tierra antártica, siendo transportados al mar en el seno de las aguas del deshielo y torrentes de lluvias. Es de comprender, ahora, que una zona oceánica tan extensa como la que rodea a la Antártica sudamericana, debe ofrecer, necesariamente, diferencias regionales en su composición química. En efecto, se ha demostrado que las aguas del mar de Bellingshausen, situadas al oeste de la tierra de Graham, son algo más pobres en sales en comparación al mar de Weddel, que flanquea el lado este (lit.: Hart, 1934). Otros autores han encontrado ya la explicación para las diferencias en el tenor de hierro de ambas zonas, invocando la naturaleza geológica de los terrenos litorales del mar de Weddel, cuya abundancia en morrenas permite aquí un mayor aporte de sales férricas.

Busquemos ahora la causal de la diferencia en el contenido de nitritos, nitratos y sales de amonio, que debe desempeñar, por su parte, la más trascendental

influencia sobre fauna y flora de los mares correspondientes. Hemos demostrado, en efecto, ya, en un trabajo anterior, (lit.: Mann, 1947), que la distribución desigual del plancton autotrofo antártico, que se traduce, como veremos más adelante, en la ordenación geográfica de todas las especies planctófagas (ballenas, petreles, etc.), depende del tenor en nitrógeno de las diversas zonas oceánicas sur-polares. Citemos en lo que sigue, los párrafos pertinentes del trabajo enunciado, en que hemos intentado determinar las causas de estas diferencias locales:

"Los nitritos, nitratos y sales de amonio, acumulados en las entrañas terrestres, son disueltos de continuo por las aguas dulces que surcan su corteza, para agotarse, finalmente, en el océano. De este modo, se opera un constante "abono", que determina directamente la riqueza del mar en nitrógeno. Una mirada a las condiciones hidrográficas de nuestro globo, señala ahora, de inmediato, una notable diferencia cuantitativa entre las vías fluviales terrestres, que lanzan sus corrientes al Océano Atlántico, muy favorecido en este aspecto, y aquellas otras que desembocan en los sectores pacífico e índico. Al expresar estas condiciones en cifras, se hace aún más patente tan profunda divergencia. En tanto que el Atlántico, con 103.000.000 de kilómetros cuadrados de superficie, recibe el 51% de las aguas dulces territoriales, desagua en el Pacífico, con 265.000.000 de kilómetros cuadrados, sólo un 27% de ellas. La consecuencia de los hechos señalados redunda directamente en la cantidad de nitrógeno de las aguas que encierran en el Atlántico 150 mg. del elemento por metro cúbico, contra 115 mg., en el Pacífico. El litoral antártico, que se extiende al este de la lengua de Graham, se halla bañado ahora por las ricas aguas atlánticas, en tanto que sus costas situadas al oeste del mismo promontorio, reciben el aflujo del Pacífico. Las gran-

des corrientes marinas impiden, por su parte, el paso del nitrógeno atlántico al sector pacífico de la Antártica, lanzando sus turbulentas masas del mar de Drake en inalterable dirección oeste-este".

En lo referente a las diferencias regionales en el tenor de fosfatos, podemos invocar un mecanismo enteramente semejante. La consecuencia directa del origen diverso de las aguas antárticas se traduce, entonces, como ya hemos enunciado, directamente en la cantidad de sus pobladores autótrofos, e indirectamente en la existencia de todos los demás eslabones de la comunidad de vida en el seno del océano sur-polar.

Valga, como índice de esta diferencia entre mares del este y del oeste de la tierra de Graham, un cálculo de su fito-plancton por unidad determinada (lit.: Hart, 1934):

mar de Weddel: 15.695.000 organismos.
mar de Bellingshausen: 8.475.000 organismos.

Otro autor (lit.: Deacon, 1933), relaciona, igualmente el rico fito-plancton del mar de Weddel con la abundante producción de oxígeno de esta zona (82-92% de saturación), que se contrapone al tenor en oxígeno del mar de Bellingshausen, el que alcanza solamente a un 74,7-75,2% de saturación.

Es sabido, por otra parte, que ya una reducción en el contenido de componentes minerales del agua ambiente se hace notar sobre la flora aún mucho antes del agotamiento total de estos elementos, (lit.: Hart, 1934). Estamos autorizados, entonces, para responsabilizar a las diferencias en el tenor de sales de los mares situados al este y oeste, respectivamente, de la lengua de Graham, de las distinciones correspondientes de su flora y fauna.

Habiendo esclarecido así uno de los factores involucrados en el metabolismo por fotosíntesis de los seres

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

autótrofos, pasemos revista ahora, al segundo elemento de importancia, la luz.

Las altas latitudes en que se disponen los territorios antárticos implican una incidencia muy oblicua de los rayos solares sobre el agua, fenómeno que se traduce en dos consecuencias fundamentales. Por una parte penetra necesariamente sólo en monto reducido la luz en el mar, resultando así una zona eufótica, iluminada, poco profunda. Toda la vida autótrofa habrá de acumularse, de consiguiente, inmediatamente por debajo de la superficie oceánica.

La oblicuidad de los rayos luminosos redunda, en segundo lugar, en una notable disminución de las ondas ultracortas, en favor de las radiaciones largas. Baja así la proporción de rayos ultravioletas, condición favorable a la vida vegetal, al evitar los fenómenos patológicos de "sístrofe", de contracción degenerativa del endoplasma, originada bajo otras latitudes por un exceso de radiación ultravioleta.

Las diversas estaciones del año van aparejadas, necesariamente, con intensidades lumínicas del todo diferentes entre sí, que ejercen muy marcada influencia sobre los seres cuyo metabolismo rigen en parte. La luz primaveral, al reemplazar a la noche polar, desencadena así el brusco despertar de la flora planctónica, que entra en acelerada reproducción cubriendo al mar, en masas asombrosas, durante su "florecimiento", (pág. 151).

A medida que el sol asciende sobre el horizonte, se agiganta también la producción de fito-plancton, para decrecer de nuevo con la entrada del otoño, alcanzando el mínimo en los meses invernales, desde Junio a Diciembre. Se desprende, entonces, que la luz corresponde al factor limitante de mayor trascendencia que se opone al desarrollo del plancton autótrofo en la zona antártica. Se ha indicado aún este efecto de la iluminación para

todos los ambientes situados en latitudes mayores a los 45 grados (lit.: Hart, 1934).

Todo fenómeno que tiende a disminuir la acción de la radiación solar sobre el fito-plancton, se revela, entonces, como factor contrario a su existencia. Como tales fenómenos podemos considerar, en el ambiente analizado, en primer término, a las neblinas; en segundo lugar, a las partículas inorgánicas arrastradas por lluvias y deshielos, de tierra al mar, que aumentan la opacidad del agua; en tercer término, al oleaje, que incrementa las refracciones de los rayos incidentes por la superficie del agua; y, finalmente, a los vientos, que tienden a mezclar violentamente a la zona superficial con la capa intermedia, desplazando los organismos vegetales por fuera del radio de acción de la luz, al interrumpir la "estabilidad" de los estratos, fenómeno que resalta en las zonas desérticas ya señaladas por nosotros más arriba (Estrecho de Bransfield, etc., pág. 116).

Metabolismo heterótrofo.

Tanto sobre el metabolismo en los seres autótrofos del mar antártico. Pasemos a continuación al análisis de las modalidades alimenticias propias a los animales heterótrofos del mismo ambiente.

Desde los foraminíferos microscópicos hasta las inmensas ballenas azules del océano antártico, se nos ofrece una polícroma gama en los modos de alimentación de sus seres heterótrofos, que necesitan, entonces, de materia orgánica del protoplasma ajeno, para construir sobre esta base su propia substancia corporal.

Podemos distinguir, ahora, tres modos fundamentalmente diferentes en la metódica de prehensión de presas adoptadas por las especies heterótrofas que viven en el seno de las aguas sur-polares. Un reducido grupo

de formas muy pequeñas, foraminíferos (12), y radiolarios, (13), solamente aprehende aquellos organismos que caen casualmente en el radio de acción de sus largas prolongaciones protoplasmáticas. Todavía podemos hacer extensiva, hasta cierto punto, este tipo de captura de presas, a los sifonóforos (14), sur-polares, cuyos tentáculos actúan, entonces, como trampas de sujeción.

El segundo modo de prehensión es propio de todas aquellas especies, de cierta talla, que hacen presa en organismos muy pequeños. La satisfacción de sus necesidades alimenticias con víctimas tan reducidas, requiere, necesariamente, de un verdadero tamizaje de las aguas ambientes, a través de filtros especiales, cuyas mallas retienen las ínfimas presas. Analicemos en lo que sigue las estructuraciones especiales que realizan esta función en las especies antárticas correspondientes. Se nos aparece, por vez primera, en los crustáceos copépodos y cladóceros, que hacen uso de sus piezas bucales y patas maxilares, para tamizar una corriente de agua afluente a su boca, gracias a la acción de estructuras ya señaladas, con las que colaboran todavía las patitas nadadoras torácicas.

En los crustáceos esquizópodos (*Euphausia, Antarctomysis*), ya se constituye un sistema de filtración más altamente perfeccionado, a través del conjunto de sus miembros torácicos, que estructuran una magnífica empalizada de mallas angostas con sus innumerables cer-

---

(12) *Globigerina conglomerata,* Schwager; *G. bulloides,* d'Orbigny; *G. dutertrei,* d'Orbigny; *G. pachyderma,* (Ehrenberg); *G. triloba,* Reuss.

(13) *Porospathis, Protocystis, Coelodendrum.*

(14) *Chuniphyes multidentata,* Leres y Van Riemsdigk; *Crystallophyes amygdalina,* Moser; *Dinophyes arctica,* (Chun); *Diphyes antarctica,* Moser; *Galeolaria truncata,* (Sars); *Hippopodius serratus,* Moser; *Praya cymbiformis,* (Delle Chiajé); *Praya diphyes,* Vogt; *Pyrostephos vanhöffeni,* Moser; *Thalassophyes crystallina,* Moser.

das y pelos (lám. XXIV). En la red así construída caen las diatómeas planctónicas que forman el grueso del alimento de estos crustáceos.

Las transparentes salpas (*Salpa fusiformes, Oikopleura,* sp.), filtran, igualmente, una parte del agua ingerida, en el interior de su gran cavidad corporal, por intermedio del tubo branquial finamente perforado.

Entre los vertebrados antárticos ocurre luego el tamizaje del líquido ambiente en peces, pinipedios y ce-

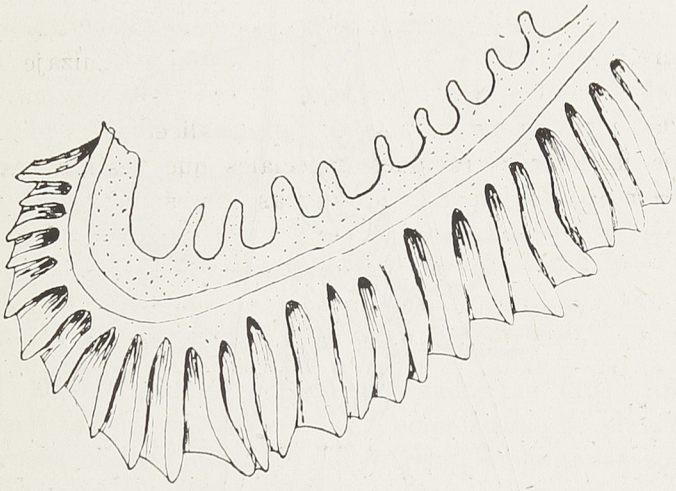


FIG. 34.—Branquia de Nototeníido antártico.
Provista de largas laminillas respiratorias y un enrejado filtrador.

táceos. En los peces planctófagos (*Notothenia*), corre esta función por cuenta del aparato branquial, cuyas espinitas óseas retienen las presas en la cavidad faríngea, franqueando el paso únicamente al agua misma ingerida por la boca y expulsada a su nivel (fig. 34).

Algunos petreles planctófagos (*Pachyptila, Oceanites, Pelecanoides*), cuentan también con verdadero aparato filtrador en sus picos aserrados, sistema enteramente semejante a aquél que vemos aplicado en los

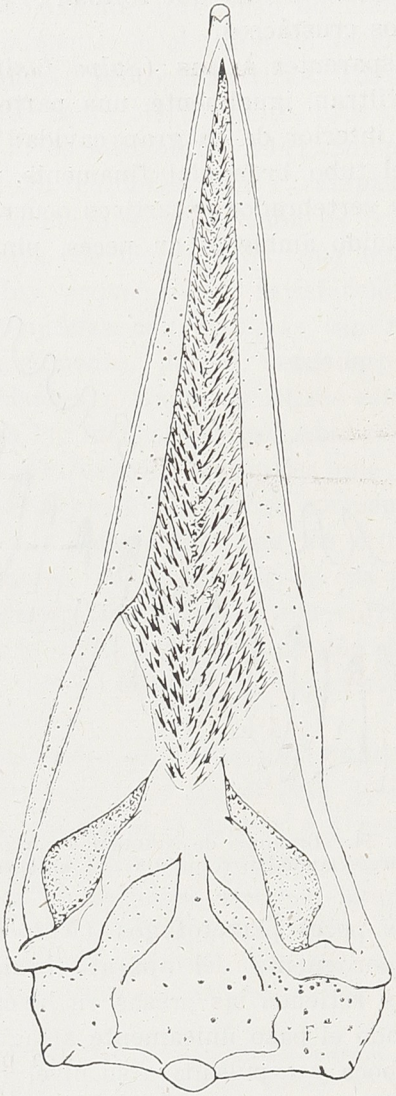


FIG. 35.—*Pucheramphus adeliae*, pingüino adelia.
Cráneo en vista ventral.
Se observan los dientecillos córneos del paladar que actúan como tamiz filtrador de plancton.

pájaros niños sur-polares, cuyas lenguas y paladares poseen largas y filudas papilas que permiten, igualmente, el tamizaje (fig. 35).

La foca cangrejera, por su parte, cuyo alimento consiste en crustáceos esquizópodos, separa las presas del líquido continente a través de sus dientes extraordinarios, de múltiples puntas, que hacen para ella las veces de un filtro, el que impide la salida del alimento y permite, a la vez, el vaciamiento de la masa de agua que lo contiene (fig. 36).

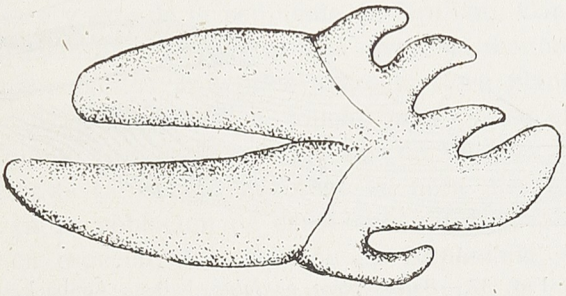


FIG. 36.—*Lobodon carcinophaga*, foca cangrejera. Diente provisto de vértices filtradores.

En las grandes ballenas mystacocetas (15), finalmente, actúa la tan conocida empalizada de planchas córneas bucales (fig. 37), de barbas implantadas sobre el maxilar superior, como denso tamiz que retiene aún las partículas más finas arrastradas a la boca inmensa en el vasto chorro que se abalanza a su interior. La voluminosa lengua expulsa, en un segundo término, y con la boca cerrada, las toneladas de líquido aprehendido, forzando sus masas a través de las angostas mallas de las barbas.

Por último, se distingue todavía otra posibilidad de prehensión en la fauna del pelagial antártico, propia

(15) *Neobalaena marginata*, Cope; *Balaena australis*, Desm.; *Balaenoptera musculus*, L.; *B. physalus*, L.; *B. acuto-rostrata*, Lacép.; *B. borealis*, Lesson; *Megaptera longimana*, Rudolphi.

de todas aquellas especies cazadoras que capturan individuos aislados. Aplican este método los ctenóforos (véase pág. 139), y las medusas (pág. 134, nota 5), el extraño verme quetognato *Sagitta*, los moluscos alados pterópodos (pág. 145, nota 9), y los cefalópodos (16), los crustáceos anfípodos carnívoros, los peces que se alimentan de carne, muchas aves, las focas ictiófagas y los cetáceos de dientes, los denticetos (17).

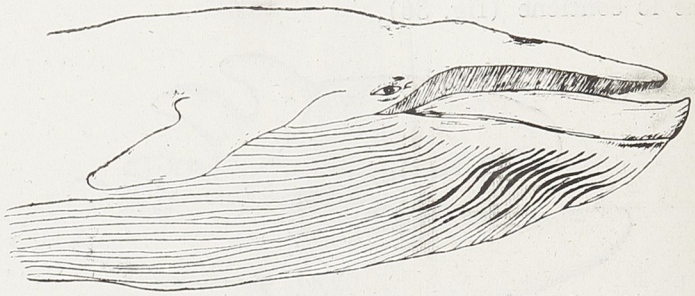


FIG. 37.—*Balaenoptera physalus*, ballena finnback.
Cabeza.
Se observan las barbas implantadas en el maxilar superior.
(De: G. Mann, «Ojo y visión de las ballenas», Biológica, 1946).

Ya más arriba (pág. 149) tuvimos ocasión de señalar las estrechas relaciones que se establecen entre el quimismo del ambiente y el plancton vegetal. Sabemos, por otra parte, que los seres heterófagos vegetarianos se hallan íntimamente ligados, a su vez, a la existencia del fitoplancton. Las formas carnívoras, por último, de-

(16) *Eledone, Octopus, Vitreledonella, Alloposus, Amphitretus, Cirroteuthis.*

(17) *Tursiops tursio*, Fabr.; *Delphinus delphis*, L.; *Prodelphinus coeruleo-albus*, Meyen; *Lissodelphis peroni*, Lacépede; *Lagenorhynchus cruciger*, d'Orbigny; *L. fitzroyi*, Waterh.; *Cephalorhynchus eutropia*, Gray; *C. commersonii; Phocaena spinipinnis*, Burm.; *Ph. dioptrica*, Lach.; *Globiocephalus melas*, Traill; *Pseudorca crassidens*, Owen; *Orcinus orca*, L.; *Physeter macrocephalus*, L.; *Hyperoodon planifrons*, Flower; *Ziphius cavirostris*, Cuvier; *Mesoplodon bidens*, Sowerby; *Berardius arnouxi*, Duvernoy.

penden, por su parte, de la población de especies vegetarianas. La existencia de tales lazos indisolubles, que conjugan a los distintos eslabones de la cadena alimenticia en el pelagial antártico, se hace particularmente evidente en el ejemplo notable de la distribución de los cetáceos antárticos que pasamos a dilucidar, enfocándola bajo este punto de vista.

Hemos hecho notar ya, en otra parte, (pág. 151), las diferencias en el tenor de sales que distingue a los mares de Bellingshausen y de Weddel, situados, respectivamente, al oeste y este de la península de Graham. Conocimos también la influencia directa que ejerce la menor riqueza en componentes minerales sobre la flora planctónica del mar de Bellingshausen, mucho más escaso en individuos que el fitoplancton en el mar de Weddel. La consecuencia de tal estado de cosas se nota ahora, igualmente, en la población de crustáceos fitófagos, vegetarianos, en especial, del esquizópodo *Euphausia*, de ambas zonas. En tanto que los representantes de este género abundan en inmensas majadas al este de la lengua de Graham, sólo ocurren en monto mucho más reducido en las aguas que bañan al litoral oeste del mismo promontorio. Los predatores principales de la *Euphausia*, las ballenas de barba, se adaptan ahora estrechamente a la distribución de sus presas, desplazándose en grandes cantidades únicamente en los centros mismos de abundancia de los crustáceos (fig. 38). Tal repartición bien definida, se traduce ya en los campos de caza ballenera pelágica, que se opera exclusivamente en las aguas situadas al este de la península de Graham, mares que reciben, entonces, el aflujo, y con ello el abono del Atlántico.

Esta interpretación nuestra de las causas que gobiernan la distribución actual de los cetáceos mystacocetos antárticos se ve todavía confirmada plenamente por la zoogeografía de aquellas aves planctófagas que

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO CHILE

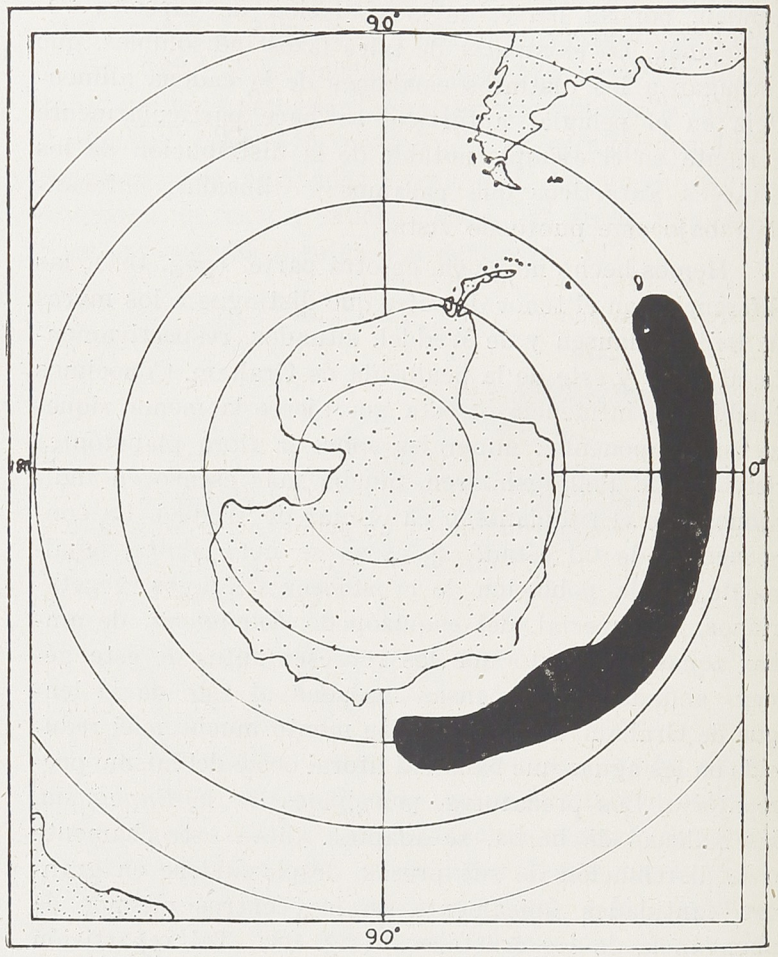


FIG. 38.—Localización del grueso de la población de ballenas en el océano antártico.
Ubicación de los cetáceos en negro.

hacen presa, también, en crustáceos del género *Euphausia* (18), pues, sus áreas de vida se sobreponen exacta-

(18) *Euphausia frigida,* Hansen; *E. superba,* Dana; *E. lucens,* Hansen; *E. longirostris,* Hansen; *E. triacantha,* Holt y Tattersall; *E. vallentini,* Stebbing.

mente a las zonas ocupadas por las ballenas de barbas.

Para finalizar estos párrafos dedicados al metabolismo digestivo de la fauna pelágica antártica, esquematizaremos, por último, en un cuadro, algunos de los eslabones más característicos de la cadena alimenticia. (fig. 39).

Metabolismo de gases.

Del mismo modo en que el metabolismo digestivo presenta particularidades especiales, características al habitat pelagial antártico, también revelan las funciones del intercambio gaseoso modalidades específicas en su fauna y flora.

Así, la repartición de los gases respiratorios, oxígeno y anhídrido carbónico, en el seno de las aguas surpolares, se ve subordinada, en un primer término, a la existencia de las tres grandes corrientes oceánicas que desplazan al norte y al sur los estratos principales del mar antártico.

En tanto que el anhídrido carbónico elaborado como último producto de la función respiratoria animal, se acumula en elevada proporción en los fondos oceánicos de otras regiones del globo, sube de continuo en las masas de aguas "surgentes" hacia la superficie, hacia la zona eufótica en la Antártica. De este modo, cae en el radio de acción de los organismos vegetales pelágicos que desgastan su caudal durante el proceso de fotosíntesis. Este aporte continuo de anhídrido carbónico favorece, a su vez, también, el desarrollo exuberante del fitoplancton sur-polar, cuya densa vegetación logra entonces, elaborar la cantidad total del gas, influenciando con ello aún a la reacción iónica, el pH, que se torna de levemente ácido a alcalino durante la época de "florecimiento" del fitoplancton (lit.: Gunther, 1935).

Este cambio en la concentración de los iones H-OH del medio de vida, debe influenciar también la existen-

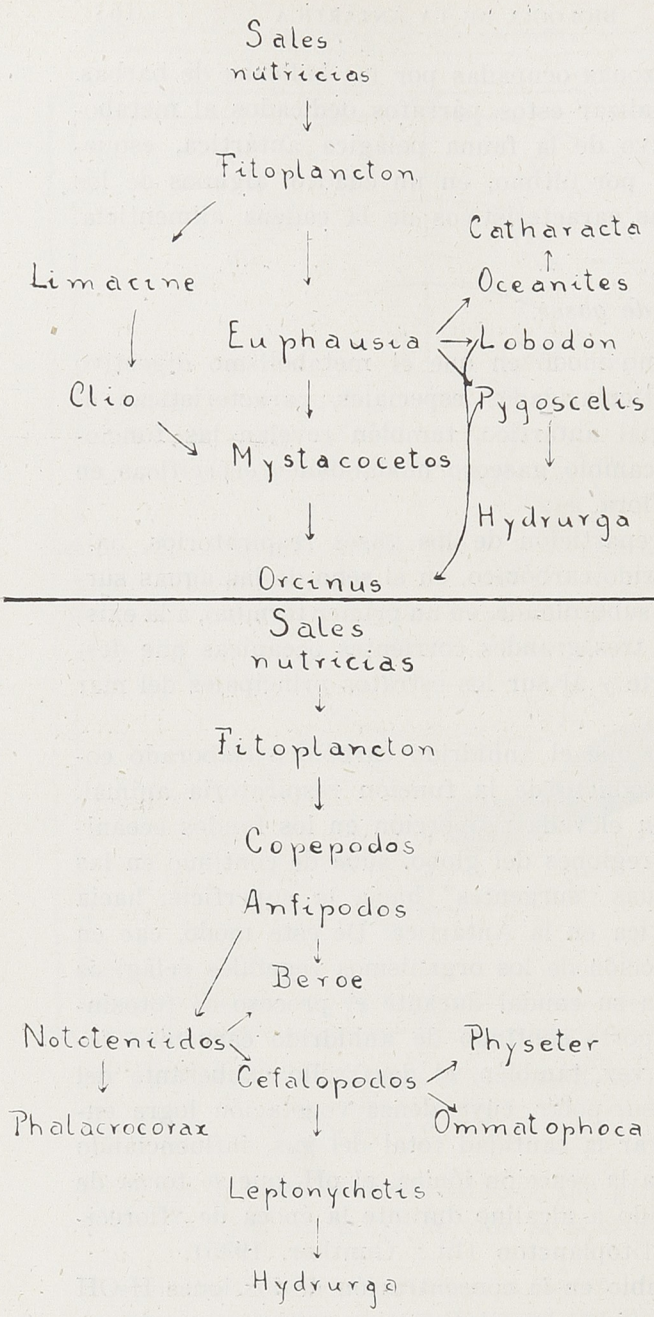


FIG. 39.—Cadenas de presas y captores en el océano antártico.

cia de los seres animales en el mismo biotopo. Diversos autores (lit.: Hardy, 1936), han logrado determinar ya con anterioridad una marcada relación de negatividad entre fauna y flora del pelagial antártico. Cuanto mayor desarrollo alcanzan entonces los componentes del fitoplancton, tanto menor será el número de especies animales en esa zona, relación de "exclusión" (lit.: Hardy, 1936), cuyas causales primeras aún no han sido dilucidadas. Podríamos entrever, quizás, en los marcados cambios de pH, dependientes de la flora, un factor desfavorable a la fauna, y con ello, uno de los causales determinantes del fenómeno de la "exclusión animal". Estamos ciertos, por otra parte, que este proceso radica en un complejo de factores entre los que descuella, también, la acción mecánica de un fitoplancton excesivo, que transforma al agua en verdadera gelatina, dificultando, consecuentemente, la dinámica y aún la respiración de los pequeños seres animales del pelagial antártico.

El segundo de los gases respiratorios, el oxígeno, alcanza un elevado tenor en los mares fríos del Polo Sur. La baja temperatura favorece aquí una avanzada saturación del agua que se eleva aún al 110% en primavera (lit.: Hart, 1934).

Hemos sañalado ya con anterioridad que los mares situados al oeste de la península de Graham son algo menos ricos en oxígeno (75,2-74,7% de saturación; lit.: Deacon, 1933), en parangón con las aguas de su costa este (82-92% de saturación). Esta diferencia encuentra una interpretación muy sugestiva sobre la base del desarrollo cuantitativo del fitoplancton en ambas zonas (lit.: Deacon, 1933). En el mar de Weddel, más rico en flora pelágica, se desencadenará, en consecuencia, también, una mayor producción de oxígeno, en tanto que la vegetación más escasa del mar de Bellingshausen redundará,

a su vez, en una elaboración en menor escala del gas vital.

Analicemos todavía, en estas consideraciones dedicadas al metabolismo respiratorio, al conjunto de magníficas adaptaciones que capacitan a los cetáceos para la realización de sus extensas sumersiones. Por una parte cabe, en este sentido, importancia a la construcción íntima, extraordinariamente elástica, de los pulmones, que logran expulsar a su favor, durante la expiración, aún el aire viciado de sus regiones más recónditas. Una rica red fibrilar de elastina en las paredes de los alvéolos pulmonares fundamenta, anatómicamente, tan valiosa función. Durante la segunda fase, luego, se airean repetidamente, y a través de inspiraciones más bien superficiales, los grandes sacos pulmonares, que se repletan finalmente al máximo, con un vasto y profundo movimiento ulterior de las paredes torácicas. La sangre, ricamente oxigenada, a estas alturas del ciclo respiratorio, se vierte seguidamente en buena parte a extensos sistemas de redes admirables, localizados en diferentes regiones del organismo. El oxígeno aportado por el líquido hemático pasa luego, parcialmente, a los muros de grasa que envuelven a estas redes capilares para descargarse nuevamente en el torrente circulatorio a la medida de las demandas respiratorias durante la sumersión (lit.: Ommanney, 1932). El aceite de los cetáceos manifiesta, por otra parte, una elevada capacidad de disolución de oxígeno, contribuyendo entonces efectivamente en el mecanismo esbozado.

El aprovisionamiento en oxígeno de cerebro y corazón, se ve coadyuvado todavía, a través de notables barreras esfintéricas, cuyo cierre durante la sumersión impide el paso de las sangres aún oxigenadas a aquellos sectores orgánicos capaces de resistir una mayor privación del gas. Desempeña así este rol el grueso esfínter muscular intercalado en la vena porta, cuya constricción

habrá de aislar toda la inmensa masa de sangre contenida en las vísceras abdominales.

En los pinipedios antárticos, finalmente, aparecen estructuraciones directamente homologables con esta organización del cuerpo cetáceo. Hemos logrado establecer en la foca cangrejera (*Lobodon carcinophaga,* Homb. y Jacq.), y el lobo de Weddel (*Leptonychotes weddelli,* Lesson), y el elefante de mar, (*Mirounga leonina,* L.),

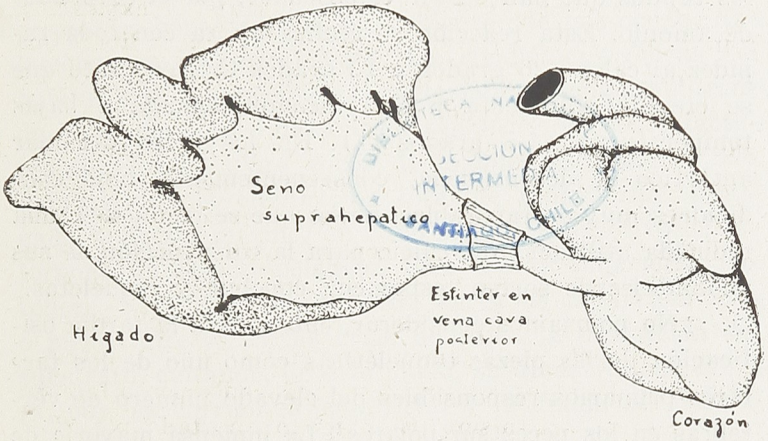


FIG. 40.—*Lobodon carcinophaga*, foca cangrejera.
Seno venoso hepático y esfínter de la vena cava posterior.

amplios reservorios de sangre, que no corresponden, sin embargo, a la disposición reticular, en "red admirable", descrita para las ballenas adoptando, en cambio, la estructura de senos venosos, de inmenso lumen, interpuestos en el trayecto de las cavas posteriores (fig 40). Un neto esfínter permite ocluir, también, en estos mamíferos, a la vena porta (fig. 40).

Metabolismo del calcio.

Analizados ya tanto los problemas específicos que sugiere la nutrición de los pobladores del pelagial antártico como aquellos que dicen relación con su inter-

cambio de gases respiratorios, pasemos, por último, somera revista a las condiciones del metabolismo de calcio, altamente particular en la fauna de los océanos sur-polares. Es el frío de este ambiente el que influye, y en modo bien directo, sobre la construcción de las estructuras calcáreas en el organismo animal poiquilotermo. Es sabido (lit.: Hesse, 1924), que el calcio incorporado bajo la forma de sulfato soluble, es precipitado en el seno de los tejidos que han de ser calcificados, por el carbonato de amonio. Esta reacción se realiza ahora con toda rapidez al calor (26 grados a 29 grados C.), en tanto que se efectúa sólo lenta y aún incompletamente a bajas temperaturas (4-7 grados C.). En los seres del mar antártico se desencadena, consecuentemente, bajo condiciones muy desfavorables, hecho que se traduce en una reducida utilización de calcio para la construcción de sus andamiajes de sostén, espículas, conchas y esqueletos.

¿No podríamos considerar, entonces, a la tardía osificación de las piezas esqueléticas como uno de los factores primarios responsables del elevado número de vértebras en los peces sur-polares? La inmensa mayoría de estas especies cuenta con una fórmula vertebral mayor en las formas antárticas que aquella que es propia de sus representantes en mares temperados. Sugiero, por lo tanto, que esa subdivisión tan completa de la cuerda dorsal cartilaginosa embrional se hace posible y logra prosperar más allá del nivel general, gracias a su osificación tardía que dona el tiempo necesario para una evolución progresiva del eje vertebral. En último término, se traduce todo este complejo fenómeno aún en la construcción notablemente esbelta y alargada de los peces polares, consecuencia directa de su extensa columna dorsal.

Reproducción.

Con estas consideraciones hemos dado término al análisis de los diversos aspectos fundamentales en el metabolismo de los seres pelágicos sur-polares. Sus modalidades reproductivas características, serán materia de las páginas siguientes.

Hicimos notar ya con anterioridad (pág. 107), la interesante ausencia de larvas pelágicas pertenecientes a especies bentónicas en el ambiente que nos ocupa. Relacionamos allí, igualmente, las condiciones físicas del habitat con tan peculiar característica, responsabilizando a las corrientes de sentido septentrional como factores selectivos, cuyas voces de mando, inapelables, han resultado en la eliminación total de toda forma arraigada al fondo marino, en cuyo ciclo reproductivo se interpone un estado pelágico. Sólo logran imponerse entonces, bajo tales condiciones, seres de desarrollo más o menos directo, cuyas crías no dejan la protección del substrato, evitando, de este modo, su arrastre mar afuera, por las corrientes superficial y profunda del océano antártico.

El nacimiento de los hijuelos en un estado de avanzado desarrollo implica ahora una larga estadía en el seno materno, un verdadero proceso de viviparía, modalidad que habremos de encontrar con asombrosa frecuencia entre las especies del benthos sur-polar. Pero, aún las formas pelágicas, en especial los crustáceos anfípodos, peces y cetáceos, cuidan y protegen a las crías en sus primeros estados. En tanto que los anfípodos de mares templados producen una enorme cantidad de huevos, todos pequeños en consecuencia, que son depuestos tempranamente, generan las formas sur-polares sólo escasos descendientes, que se desarrollan en huevos muy grandes y ricos en vitelo nutricio, que les permite una larga estada en la cámara incubatriz, bien protegida por

planchas torácicas de la madre (fig. 41). Su nacimiento se opera, entonces, en un estado de evolución ontogenética bien avanzado, momento en que ya logra vencer con acciones dinámicas propias los peligros que ofrecen corrientes y mareas.

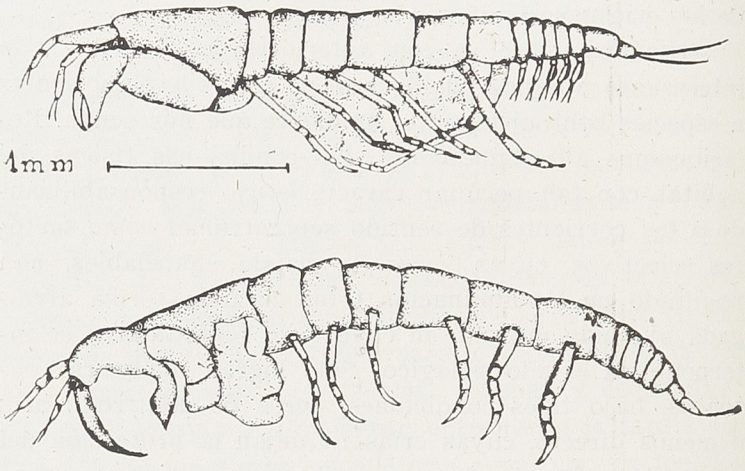


FIG. 41.—*Nototanais antarcticus.*
Arriba: Hembra con bolsa incubatriz repleta de huevos.
Abajo: Macho provisto de grandes tenazas.

Entre los peces de nuestro ambiente resaltan, en lo que a cuidado de crías se refiere, el género *Racovitzaia,* (lit.: Dollo, 1904), que protege a sus descendientes en una bolsa cutánea ventral, recordando de cerca a las cámaras abdominales de los caballitos de mar (*Hippocampus*), de otras regiones.

Los cetáceos, finalmente, también dan a luz a hijuelos de muy avanzado desarrollo y, en consecuencia, perfectamente viables, cuyas enormes proporciones resaltan notablemente al lado del tamaño de sus madres (fig. 42). Es de comprender, ahora, que la gestación de neonatos tan grandes y perfectos exige de un largo tiempo, que corresponde, en las ballenas antárticas, a doce meses. Uno a dos años de descanso siguen luego, nece-

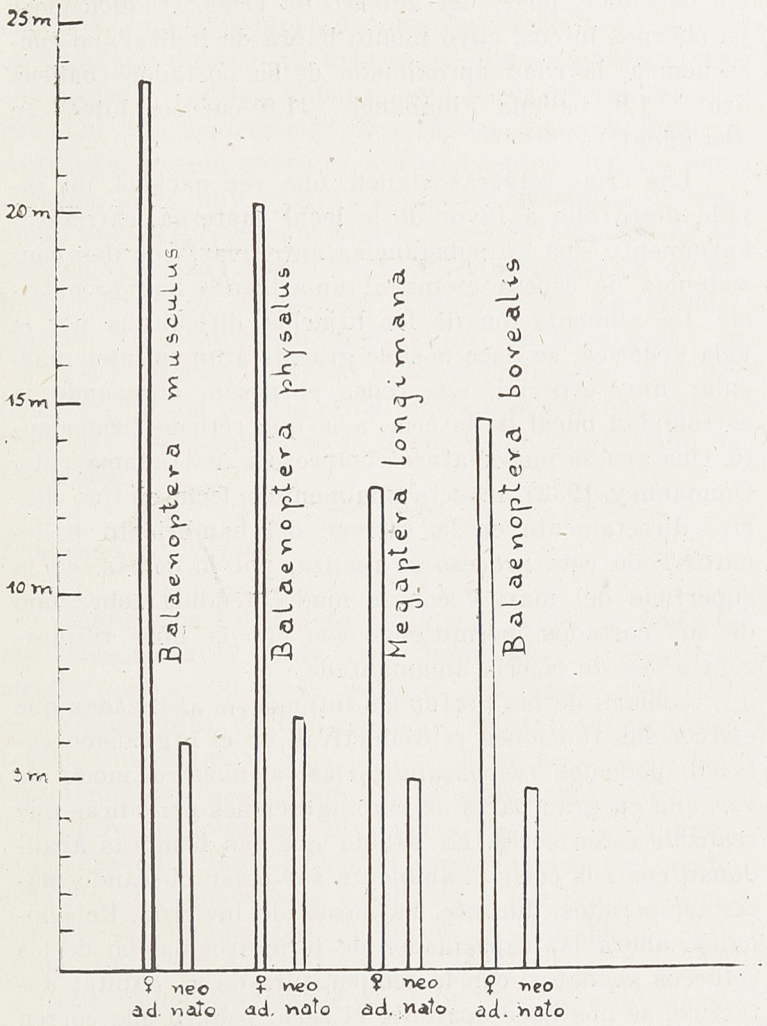


FIG. 42.—Relación de tamaño entre las madres de algunos cetáceos antárticos y sus crías neo-natas.

sariamente, al período de preñez, resultando en un número bien reducido de partos durante la vida de estos cetáceos. La ovulación se desencadena, sin embargo, regularmente cada cierto tiempo (lit.: Mackintosh, 1942),

sin depender, pues, del número de crías, traduciéndose en cuerpos lúteos, cuyo monto habrá de indicar, en consecuencia, la edad aproximada de su portador (ballena azul =1,8, ballena Finnbanck =1,9 cuerpos lúteos en dos años).

Las crías cetáceas siguen, una vez nacidas, un rápido desarrollo a favor de la leche materna, extraordinariamente rica en substancias nutritivas, que dan consistencia de espesa crema al amarillento líquido nutricio. La alimentación de los hijuelos, dificultada por la vida acuática, se hace posible gracias a un esfínter muscular muy especial, que rodea el pezón, abrazando la extremidad bucal de la cría, a la que retiene firmemente. Una gruesa musculatura compresora de la mama (lit.: Ommanney, 1932), inyecta finalmente la leche en fino chorro, directamente en la faringe del hambriento ballenato. Todo este proceso se realiza, por lo demás, en la superficie del mar, y con la madre tendida sobre uno de sus costados, permitiendo con ello la libre respiración aérea de la cría amamantada,

Además de las profundas influencias analizadas que ejercen las funciones reproductivas en el organismo cetáceo, podemos responsabilizarlas, a nuestro modo de ver, aún en gran parte de las migraciones periódicas que realizan estos seres. Es sabido que las hembras abandonan con sus crías el ambiente sur-polar buscando mares temperados, durante los meses de invierno. Relacionando ahora las capacidades de termo-regulación de los cetáceos neonatos, con la temperatura de su habitat antártico, se nos hace aparente el serio peligro que corren seres tan relativamente pequeños y, con ello, de gran superficie de irradiación (pág. 308), en mares tan fríos. Los individuos adultos poseen, al contrario, una superficie corporal muy reducida al lado de su inmenso volumen, proporción que los capacita de un modo especial para resistir el frío.

Debemos ver entonces, en la huída de las hembras con cría a aguas temperadas, un fenómeno que redunda en beneficio directo del hijuelo, el que una vez ya crecido, puede regresar impunemente a sus tierras de origen. Las migraciones periódicas de los cetáceos desde la Antártica, rica en alimento, a mares septentrionales temperados, pero muy pobres en presas, encuentra de este modo una explicación biológica. Nuestra acepción se ve todavía reforzada por el hecho de la invernación de un buen número de machos en el seno de los mares surpolares. Su localización invernal en tan frías zonas se revela a través de un denso tapiz de diatómeas, cuya película recubre la piel de estos individuos, que han arrostrado las inclemencias de la noche polar en el medio de los hielos.

Funciones sensoriales.

Analicemos finalmente un último grupo de fenómenos funcionales, la visión de la fauna, ligada, específicamente, también, al medio pelágico del océano antártico.

Ya los ojos de los pequeños crustáceos hiperinos revelan una estrecha relación con la escasez de estímulos luminosos, característica a este ambiente (fig. 43).

Entre las aves, por otra parte, resaltan los pingüinos, adaptados también en su sensorio visual al medio acuático, con ojos miopes en el aire, y por tanto, perfectamente capacitados para la visión en el ambiente óptico de alto poder de refracción, el agua.

Los cetáceos, finalmente, han llegado aún mucho más lejos en la adaptación a sus condiciones peculiares de visión, ofreciendo, como hemos podido demostrar en otra parte, (lit.: Mann, 1947, b), dos pisos funcionales, estructuralmente diferentes en cada ojo, uno apto para la captación de los estímulos luminosos en el medio aéreo y el otro altamente especializado hacia la visión acuáti-

ca, dualidad que bautizamos con el término de "anfioftalmia". Al lado de tan notable adaptación resaltan aún otras más, que hacen de esta estructura un instrumento de maravillosa eficiencia, y que podemos resumir transcribiendo las conclusiones de nuestro trabajo ya citado,

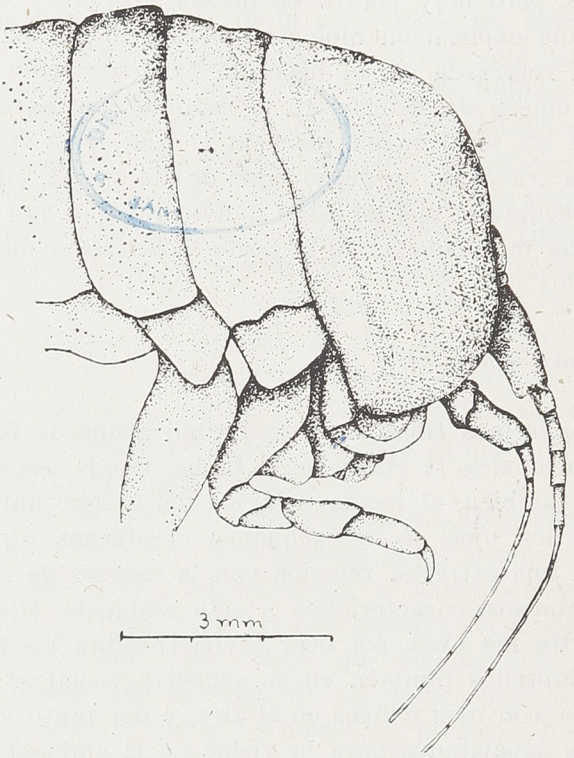


FIG. 43.—*Hyperia* sp.
Cabeza que lleva el enorme ojo.

basadas en el análisis de los ojos de cachalote (*Physeter macrocephalus,* L.) y ballena Finnback, (*Balaenoptera physalus,* L.).

Debemos recalcar que esta exposición de los nexos entre ambiente y estructura, no pretende señalar relaciones de causa a efecto.

I.— *Presión ambiental*:

Frente a la alta presión que ejercen las grandes masas de agua en las profundidades marinas sobre el ojo, son de indiscutible utilidad las siguientes estructuraciones:

1.— Pequeño volumen ocular y, con ello, reducida superficie expuesta a la presión;

2.— Extraordinario espesor de la esclerótica (fig. 44);

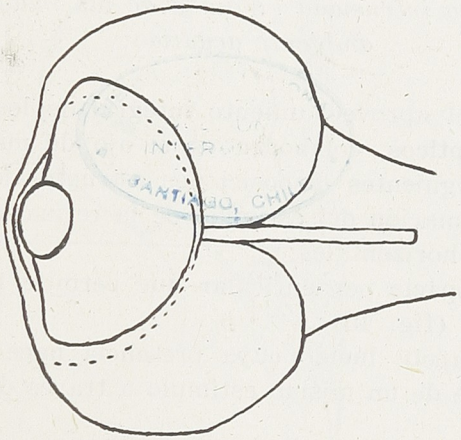


FIG. 44.—*Balaenoptera physalus*, ballena finnback.
Ojo en sección meridiana vertical.
La línea de puntos prolonga la curvatura de las calotas respectivas.
(De G. Mann, «Ojo y visión de las ballenas», Biológica, 1946).

3.— Córnea aplanada;

4.— Grueso reborde corneal;

5.— Rima esclero-corneal de bisel externo; y,

6.— Inmovilización de los globos oculares.

II.— *Refracción diferente de agua y aire*:

La visión de las ballenas en ambos ambientes, de densidad distinta, se hace posible gracias a la existencia de dos pisos funcionales diferentes en sus ojos: una mitad superior, de largo eje óptico, capaz de recibir la imagen de los objetos situados en el agua, y una calota inferior, de eje óptico corto, sobre la cual se proyectan las imágenes provenientes desde el ambiente aéreo (fig. 44).

Denominamos esta modalidad de doble visión "anfioftalmia".

III.— *Escasa intensidad lumínica de las imágenes en el ambiente acuático*:

Hacia el aprovechamiento integral de los pequeños estímulos ópticos, colaboran en el ojo de nuestras ballenas las siguientes disposiciones estructurales:

1.— Sumación del estímulo de la retina a través de conexiones horizontales;

2.— Espacio perilenticular que permite la iluminación difusa (fig. 45);

3.— Tapete lúcido cuya presencia hace posible el doble pasaje de un mismo estímulo a través de la retina (fig. 46);

4.— Cristalino esférico capaz de desviar correctamente aún los rayos marginales;

5.— Colocación anterior del cristalino que aumenta el campo de la luz incidente (fig. 47); y,

6.— Pupila extraordinariamente extensible.

IV.— *Movilidad de los estímulos*:

La motopercepción se ve favorecida en las dos ballenas analizadas, en primer término, por profundos plie-

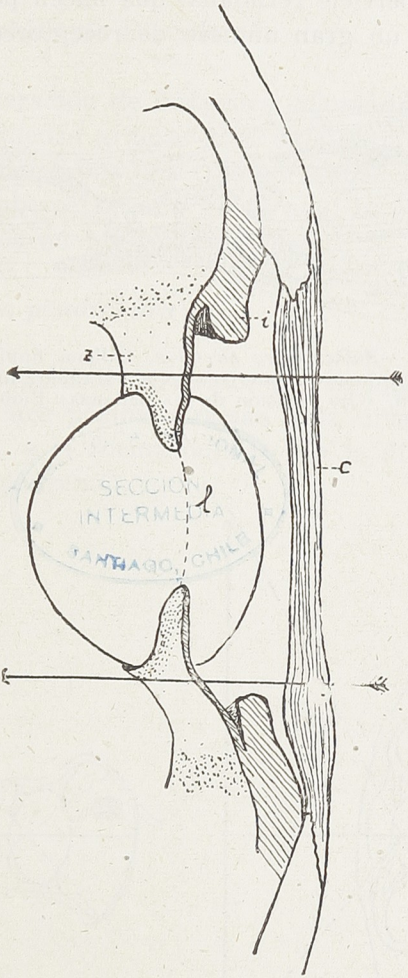


FIG. 45. — *Physeter macrocephalus*, cachalote.
Esquema del espacio afáquico, perilenticular.
c: córnea
i: iris, en midriasis completa
l: cristalino
z: ligamento zonular.
Las flechas indican al espacio perilenticular.
(De: G. Mann «Ojo y visión de las ballenas», Biológica, 1946).

gues de la superficie retiniana, que hacen posible la implantación de un gran número de receptores.

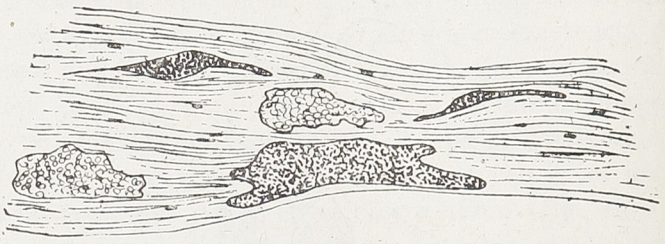


FIG. 46.—*Balaenoptera physalus*, ballena finnback.
Fibras conjuntivas que construyen al tapete lúcido.
(De: G. Mann, «Ojo y visión de las ballenas» Biológica, 1946).

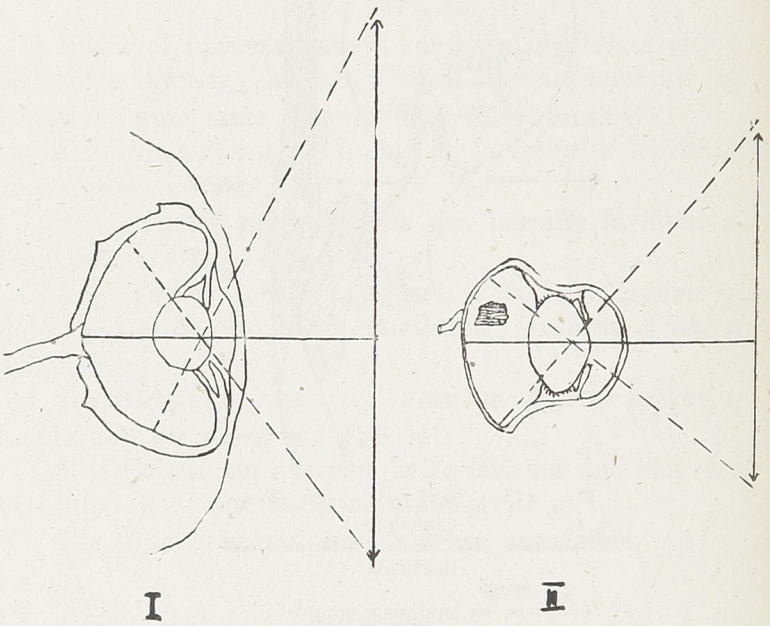


FIG. 47.—Esquema que demuestra el aumento del campo visual a medida que se acerca el cristalino a la córnea.
I. *Physeter macrocephalus*, cachalote, de cristalino muy anterior
II. *Bubo magallanicus*, buho, de cristalino posterior.

V.— *Percepción de los colores:*

La generación de imágenes coloreadas se realiza en nuestras ballenas gracias a la existencia de conos retinianos, hallados por nosotros en ambas especies, a despecho de haberse negado hasta aquí la presencia de tales elementos en los cetáceos.

VI.— *Visión panorámica:*

Esta modalidad de visión, que se impone en los cetáceos, se hace posible gracias a la divergencia de los ejes ópticos, a la forma pupilar y a la disposición de la rendija parpadeana".

CAPITULO IV.

VIDA EN EL SUBSTRATO MARINO

A.— Vida en el litoral golpeado por el oleaje.

Bajo el gris dosel de un cielo opaco atormenta el vendaval las aguas plomas. Al latigazo de sus ráfagas furiosas agiganta el mar las olas bravías en montes que asaltan el flanco espejante del ventisquero, estrellando la masa espumante sobre sus aristas y las rocas al pie de sus torreones.

La presión terrible con que golpean las aguas al litoral torturado, y que equivale a miles de kilógramos por cada metro cuadrado, borra hasta el último vestigio de todo ser que no cuenta con una arquitectura altamente especializada para sobrevivir en tan temible ambiente.

Sólo un molusco primitivo, una lapa, (fig. 48), (*Nacella polaris,* Hombr., y Jacq), logra en horizontes antárticos asentar pie en esta zona de oleaje. Sobre su concha arraigan a su vez los tubos calizos contorneados del pequeño anélido *Spirorbis,* y los tapices, calcificados también, de algas coralinas. El molusco consigue apegar con amplia superficie plantar su concha, tenazmente, en

la piedra, adaptando su reborde, aún con precisión matemática, a los accidentes del lugar que ocupa de preferencia para descansar de sus correrías.

Diferencias abisales distinguen entonces a esta región litoral sur-polar de las costas de Chile continental.

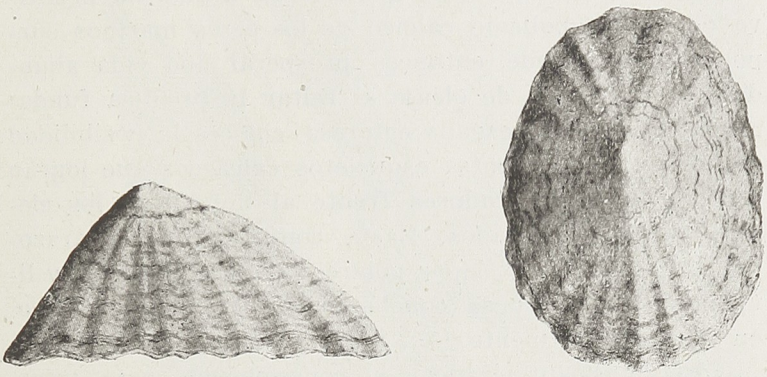


FIG. 48.—*Nacella polaris*, lapa antártica.

También aquí se abalanzan sobre los roquedales olas rugientes, en ímpetu salvaje, que arranca los guijarros y eleva torres chillantes de espuma. Pero, en el medio de estas masas tenebrosas florece una vida, rica al lado de las dos únicas especies animales ocurrentes en el habitat antártico homologable. Lado a lado con las lapas asientan allí, en decenas de formas diferentes, los extraños chitones de articulada coraza. *Fisurella,* y orejas de mar (*Haliotis*), pastan igualmente, sobre la cubierta de algas, que tienden en gelatinoso tapiz su verde prado sobre la piedra desnuda. Actinias de todos colores, verdes, azules y rojas, se apegan con amplio pie carnoso en los intersticios y las grietas, bajo pleno embate del agua. En juegos ininterrumpidos extienden y recogen también crustáceos sésiles en conchas, los picos de mar, su red de miembros finamente labrados. Por último, se oponen al empuje de la ola, en las zonas más cálidas

del mar, los bloques calcáreos de madréporas y corales, conjunto de seres que no encuentra, ni aún lejanamente, un parangón en las despobladas y tristes rocas antárticas.

Debemos responsabilizar, a mi modo de ver, al frío de tan profunda diferencia. Ya en otra parte (pág. 168), hemos tenido ocasión de analizar su influencia negativa en el metabolismo cálcico de los seres marinos surpolares. Mal puede, entonces, prosperar una vida abundante en la zona de oleaje al faltar la premisa fundamental de tan arriesgada empresa, cual es la posibilidad de construir resistentes esqueletos calcáreos que logran escudar a sus portadores frente al ímpetu de los elementos desencadenados. Basta comparar las caparazones calcáreas de las lapas polares *Nacella,* delgadas y livianas, con la gruesa concha de sus parientes *Patella,* en nuestro continente.

Estamos autorizados, en consecuencia, para interpretar la ausencia de todas estas formas que caracterizan el vivir en la zona de oleaje de la costa pacífica de Sud América, sobre la base del dificultado metabolismo cálcico, cuyo nivel no da abasto para permitir la estructuración de las cubiertas protectoras indispensables bajo tales condiciones.

Primitividad de la fauna.

La tremenda dureza de este biotopo nos permite explicar ahora un hecho notable, la primitividad de todos sus pobladores. Tanto la *Nacella* polar como los anfineuros, *Fisurella, Patella* y *Haliotis,* ocupan justamente los peldaños más inferiores en la escala evolutiva de su tipo, y para el resto de los integrantes de esta comunidad de vida es posible establecer un carácter análogo. Parece bien admisible la tesis de que todo este conjunto de formás primitivas ha logrado encontrar en el duro habitat que nos ocupa, un rincón solitario, por ser estos pa-



Lám. XXV.—Litoral de guijarros en la isla Greenwich.
Sobre la nieve un macho adulto de la foca de Weddel. Al fondo, el acantilado de hielo.
(Fot. del autor).

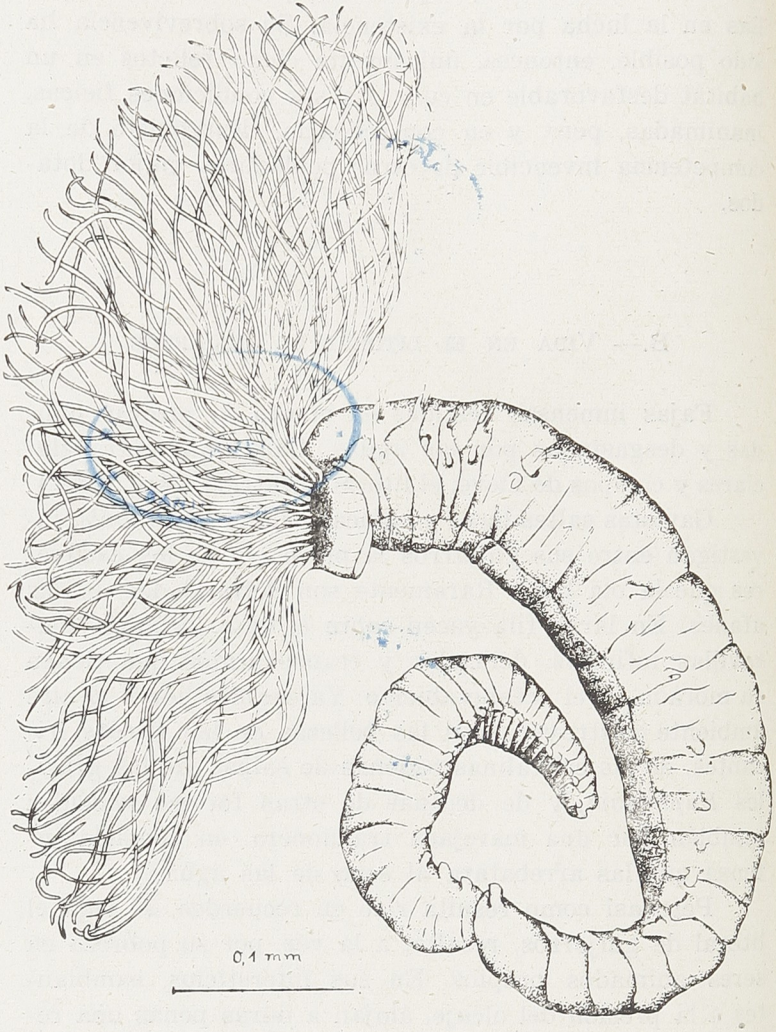
rajes indeseables para la enorme mayoría de los animales más evolucionados, capacitados para vencer a aquéllas en la lucha por la existencia. Su sobrevivencia ha sido posible, entonces, únicamente como relictos en un habitat desfavorable en cuanto a sus condiciones físicas, inanimadas, pero, y en consecuencia, desprovisto de la competencia invencible de otros pobladores mejor dotados.

B.— Vida en el litoral de guijarros

Fajas inmensas vestidas en manto de piedras pulidas y desgastadas por las aguas, flanquean, entre glaciares y campos de nieve, el litoral antártico (lám. XXV).

Gaviotas salteadoras y blancas palomitas *Chionis*, investigan entre sus guijarros la presencia de los cadáveres que la ola bota. Raramente son defraudados en sus afanes. En larga fila yacen sobre el duro lecho las maravillas infinitas, delicadas y transparentes que tienen su morada en el océano abierto. Ya escasas horas al aire ambiente destruyen aquí las bellezas de las *Beroes* irisantes, de las cristalinas cadenas de salpas, de las grácil es *Euphausia,* y de decenas de otras formas vencidas también por una marejada traicionera, en demasía intensa que las arrebatara al seno de las aguas.

Pero así como resulta rico en recuerdos de vida el litoral de guijarros, resalta, a la vez, por su pobreza en seres animados propios. En sus intersticios, cambiantes a la presión del oleaje, alojan a duras penas una resistente planaria (fig. 49), (*Procerodes wandeli,* Hallez) —hermana de aquella otra especie que anima en miles de individuos las costas en el sur de la Patagonia (*P. ohlini,* Bergendal)—, un pequeño anélido de roja sangre y corona tentaculada (*Polycirrus*), (lám.



LÁM. XXVI.—*Polycirrus* sp.
Poliqueto sedentario del litoral de guijarros extraído de su tubo.

XXVI), ínfimos nemátodos enchytreidos y dos moluscos, el obscuro caracol *Laevilittorina* (fig. 51), y la rosada concha del lamelibranquio *Cyamium subcuadratum*, Pelseneer (fig. 50).

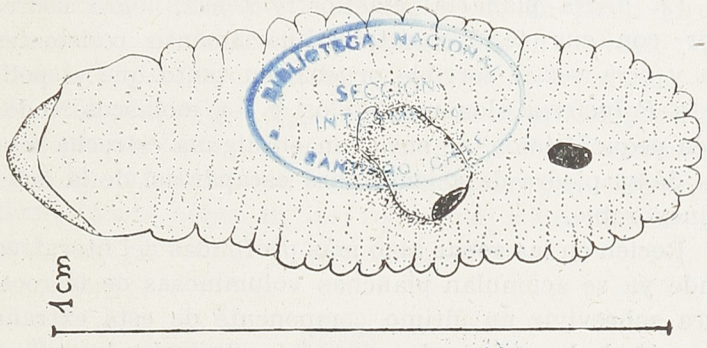


FIG. 49.—*Procerodes wandeli*, planaria del litoral antártico. Cara ventral con faringe evaginada.



FIG. 50.—*Cyamium subquadratum*.

Resistencia mecánica de la fauna.

Tal escasez en la fauna de este habitat se nos hace por demás comprensible al observar las aguas que se agotan sobre el litoral en vaivén ininterrumpido, moliendo en mutuo restregar piedra con piedra, hasta lograr el desgaste de la última arista, de la más pequeña irregularidad, redondeando por igual a todos los guija-

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

rros. Y cuando la ola se abalanza sobre ese mar de pedruzcos que, a una, ruedan en chirriante roce, entra en acción un rodillo gigantesco, que deshace todo ser que no cuenta con condiciones adaptativas muy especiales.

La negra planaria, elástica y tenaz, logra sobrevivir con sus tejidos extraordinariamente resistentes una y otra vez la terrible prueba, en tanto que el poliqueto *Polycirrus,* los nemátodos y los moluscos, todos seres pequeñísimos, se enclavan en alguna estrecha rendija de su piedra de asiento para escapar así de la muela inexorable.

Recién en las zonas algo más profundas del litoral, en donde ya se acumulan planchas voluminosas de la roca, logra sobrevivir un último componente de esta extraña comunidad de vidas, el policládido *Stylochoides albus,* Hallez, de cuerpo blando y aplanado.

Euritermia de la fauna.

Al lado de la dura prueba mecánica que impone el ambiente aquí analizado a sus pobladores, acechan también otros serios peligros a esta fauna. Así, periódicamente, y por dos veces en el día, se retraen las aguas en sus mareas descendientes, dejando al descubierto toda la franja costera. En un espacio de escasos minutos se secan las pequeñas pozas residuales al soplo sediento de los vientos, y el conjunto de seres ha pasado desde un habitat acuático al aéreo. Rápidamente se eleva entonces la temperatura entre los guijarros, eliminando toda especie estenoterma.

Respiración

Por otra parte, se suscita ahora, también, el grave problema respiratorio, con la huída del líquido que debe aportar siempre, normalmente, el oxígeno indispensable. El pequeño lamelibranquio (*Cyamium*), y el gastrópodo (*Laevilittorina*), (fig. 51), logran retener agua

residual en el confín de sus conchas bien cerradas, ya por el mutuo contacto, ya a través de planchas especiales (*Laevilittorina*). Pero, aún desprovisto de toda reserva de líquido, puede sobrevivir el caracolito realizando directamente su intercambio gaseoso en pleno aire, por la pared ricamente vascularizada de su cavidad paleal, semejante, entonces, a un pulmón, recordando el modo respiratorio que es propio de sus atigrados parientes del género *Littorina* en las costas de Chile continental, los que también han logrado adoptar una vida casi exclusivamente aérea en las rocas que sobremontan al litoral.

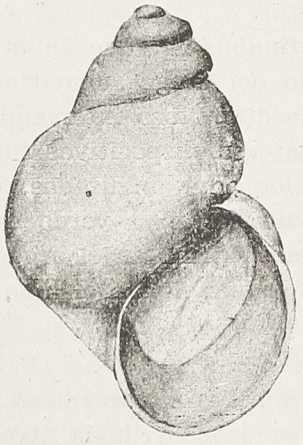


FIG. 51.—*Laevilittorina*.

En el poliqueto sedentario, (*Polycirrus*), (lám. XXVI), aparece, en cambio, un mecanismo muy diferente, que posibilita la función respiratoria a su portador. Aquí se desempeña el líquido sanguíneo como reservorio del oxígeno a través de su roja hemoglobina, que puede captar, como en los vertebrados, al gas vital, ligándolo en lábil combinación, la oxihemoglobina, a su propia molécula, para entregarlo de nuevo, en los pe-

ríodos de escasez, a la economía orgánica, en la medida de las necesidades imperantes. Este mecanismo recuerda, entonces, muy de cerca, a un fenómeno análogo que se opera en el pequeño oligoqueto *Tubifex,* de las aguas dulces estancadas, que logra imponerse como último sobreviviente, aún bajo condiciones respiratorias en extremo adversas, que eliminan el resto de sus compañeros de habitat. Dicho sea de paso, que también en la zona de marea de las costas del Chile continental se adopta profusamente este sistema de captación del oxígeno y su acúmulo, durante momentos propicios, para los períodos de escasez, implantándose en un gran número de las especies que representan aquí a los anélidos poliquetos y oligoquetos.

Recordemos, finalmente, que en otro ambiente antártico, en el seno del fango submarino, caracterizado, igualmente, por un dificultoso intercambio de gases, entran en juego, a su vez, dispositivos funcionales del todo semejantes a los aquí analizados, pero basados en otro compuesto químico, en la verde clorocruorina, que reemplaza a la hemoglobina en el organismo de los extraños *chloraemidos* que surcan el limo de este habitat.

Eurihalinia de la fauna.

Al lado de los peligros mecánicos, térmicos y respiratorios, entra en juego todavía otro factor negativo para la población del litoral de guijarros antárticos: el agua dulce, que vierte de continuo sus corrientes desde las capas de nieve y hielo que le dan nacimiento, sobre el área costera. Sus riachuelos corren durante toda la época benigna del año, por cuatro a seis meses, hacia la franja descubierta por las mareas, anegando la fauna aquí radicada con su líquido profundamente hipotónico que desencadena en la inmensa mayoría de los seres marinos intercambios osmóticos funestos, cuyas corrientes acarrean la destrucción del tejido vivo.

Los organismos adultos de todas las especies en el ambiente aquí considerado cuentan con una resistencia admirable en los revestimientos epiteliales que se interponen entre ambiente externo e interno del cuerpo, impidiendo la entrada de las aguas dulces durante los momentos en que irrumpen sobre este biotopo.

Las estructuras, en mucho más delicadas y permeables, de los primeros estados evolutivos ontogenéticos, reciben ahora una magnífica protección en las obscuras planarias del litoral de guijarros, las que tejen un fino pero resistente cartucho envolvente para sus paquetes de huevos, cuya cubierta blanco-azulada aísla a la perfección el contenido frágil, de las influencias osmóticas y aún mecánicas del medio.

Alimentación

Todavía podemos invocar un quinto factor que dificulta la vida en las playas rocosas sur-polares, contribuyendo a la rigurosa selección de su fauna: la escasez manifiesta de substancias alimenticias. Su influencia negativa se traduce, a nuestro modo de ver, en la pequeña talla, la reducida masa orgánica, de todos los componentes de esta parca comunidad de vidas. Seres de mayor tamaño no lograrían suplir sus necesidades metabólicas, entonces mayores también, con el ínfimo aporte de alimento que proporciona el ambiente.

Reproducción

Finalmente, aparece en una de las especies componentes, el lamelibranquio *Cyamium,* una notable característica, útil y adaptada a las condiciones específicas del mar antártico, en el cuidado de sus crías, que dejan la madre recién como copias perfectas pero pequeñitas de los adultos. Los huevos, insertos en pedúnculos que enganchan sobre garfios de las trabéculas branquiales maternas, terminan todo su desarrollo en el interior

de la cavidad paleal (fig. 52). Es posible encontrar, simultáneamente, y lado a lado, todos los estados ontogenéticos imaginables, desde el ovio fecundado hasta la conchita pronta ya para dejar el cascarón. A través de

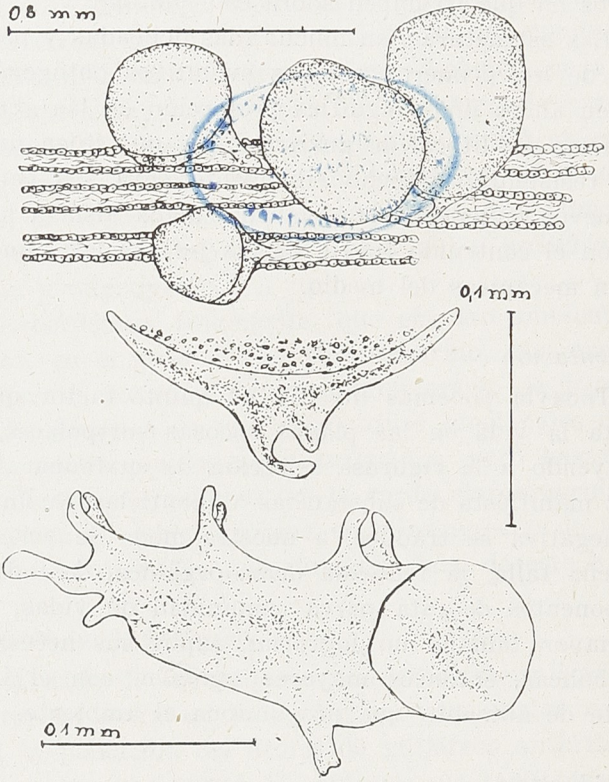


FIG. 52.—*Cyamium subquadratum.*
Arriba: huevos fijados sobre las trábeculas branquiales de la madre.
Al centro: gancho terminal del huevo.
Abajo: célula branquial materna provista de varios ganchos de sujeción.

tan notable pseudo-viviparía se evita, como en tantos otros seres bentónicos de aquellos mares, el arrastre de formas larvales pelágicas océano afuera en las corrientes superficiales, viaje mortal, que habría de concluir

en el exterminio de la especie afectada. Podemos agregar entonces, a la ya larga lista de moluscos antárticos que cuidan a sus crías, también el rosado *Cyamium* del litoral de guijarros (fig. 53).

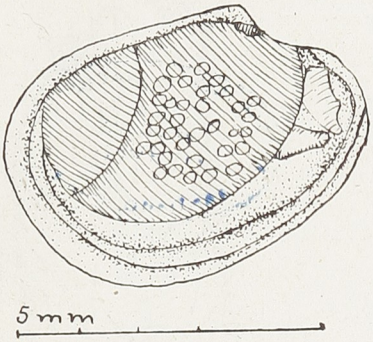


FIG.53.—*Cyamium sub quadratum*. Se translucen los huevos localizados en la cámara branquial incubatriz.

C.— VIDA EN LAS ROCAS ANTÁRTICAS

Las planchas del hielo oceánico, desgarradas en el oleaje primaveral, navegan al impulso de corrientes y vendavales en infinita y blanca procesión frente a las costas antárticas. Allí, mar afuera, en donde no se oponen obstáculos a su avance, progresa la marcha ordenadamente en el viaje de sur a norte. En el reborde del litoral, en cambio, entre penínsulas e islotes que frenan y obstruyen su paso, se amontonan en cerros inmensos y quebrados los bloques, a la presión terrible de sus compañeros. Pero basta un nuevo temporal para destruir en furioso embate los castillos helados, arrancando trozos y planchas mar afuera. En continuo ir y venir raspan y rasuran, entonces, con el renacimiento del nuevo sol,

las masas del hielo oceánico al roquedal costero, eliminando con duras cuchilladas todo ser viviente en la primera decena de metros superficiales.

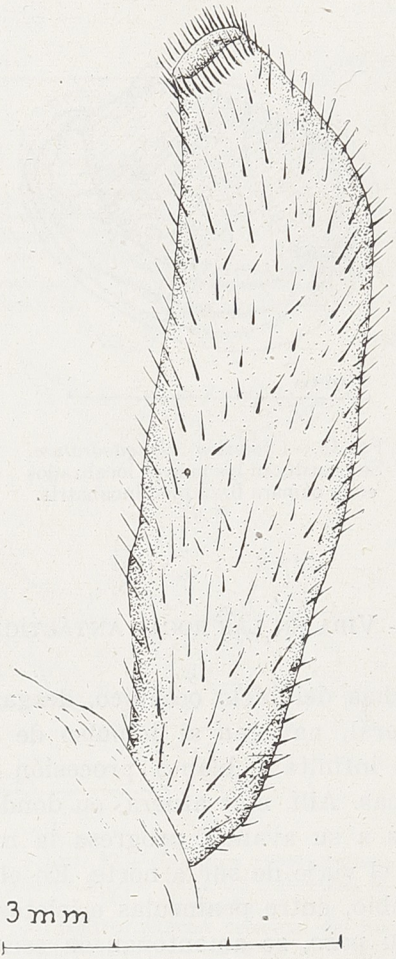


FIG. 54.—*Grantia* sp.
Esponja calcárea de las rocas antárticas.

La vida recién puede prosperar sobre las rocas del litoral antártico desde cierta profundidad, asegurando

aquí un firme asiento a través de los más diversos medios.

Modos de implantación.

Esponjas, (fig. 54), (*Grantia, Leucasidos, Reniera, Iophon*), pequeños madreporarios (*Cariophyllia, Des-*

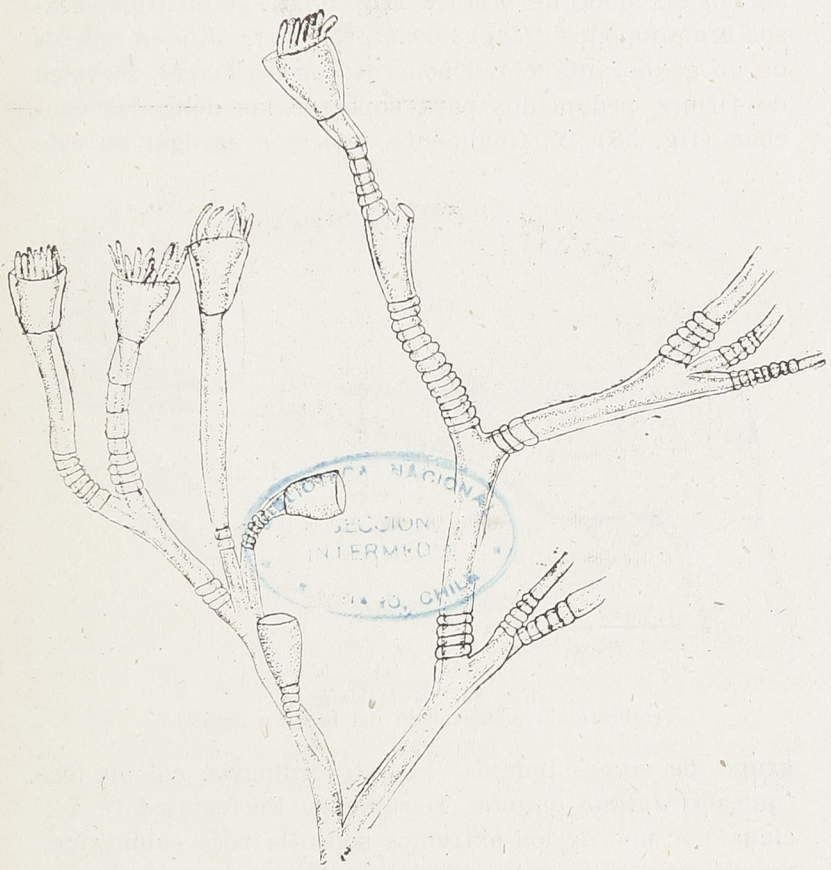


FIG. 55.—Arbusto de pólipos hidroídeos antárticos protegidos por resistente peridermo.

mophyllum), y el anélido sedentario *Spirorbis* (fig. 68), apegan directamente su organismo a la desnuda piedra.

Tanto *Spirorbis* como las madréporas, cementan aún los cascarones que protegen los cuerpos con duro calcio sobre la superficie, ligándose en vida y muerte al substrato.

Otras formas animales, en cambio, asientan en pedúnculos de sostén. Maravillosos arbustos de pólipos hidroídeos, cuyas ramas cargan las delicadas cabecitas, siguen tal modo de afiance (fig. 55). También los escasos braquiópodos (*Rhynconella, Crania*), últimos relictos de un grupo antaño tan poderoso en los mares, se valen de firmes pedúnculos para soportar las delicadas conchas (fig. 56). Y, finalmente, podemos agregar en este

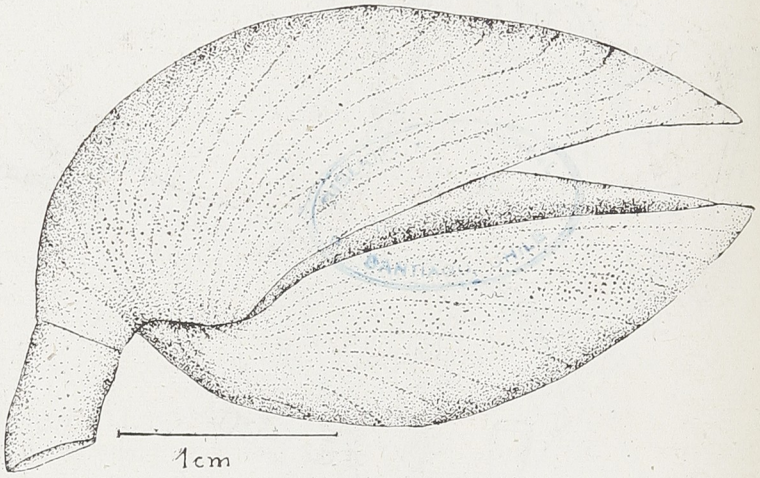


FIG. 56.—*Waldheimia* sp.
Terebratúlido pedunculado del benthos antártico.

grupo de seres, todavía, la extraordinaria colonia del tunicado *Julinia ignota*, Herdmann. Perfectamente anclada por uno de los extremos sobre la roca submarina, se extiende la colonia cilíndrica por decenas de metros en el seno del agua. El mar vomita restos de sus cadenas, arrancadas por el oleaje, sobre las playas, donde dan testimonio, con sus treinta y cuarenta metros de largo, de la inconcebible complicación de sus organis-

mos múltiples, pálido reflejo solamente de la gloriosa armonía que representa una de estas colonias, con millones de individuos, completa y en vida.

Un tercer grupo de seres se implanta en la roca por intermedio de mecanismos de succión, que actúan, entonces, al modo de ventosas. Un sistema tal resulta particularmente apropiado en este medio de superficie dura, contando, en consecuencia, con un gran número de adeptos. Ya los vermes planos tricládidos aseguran su afiance aplicando la suela abdominal en estrecho con-

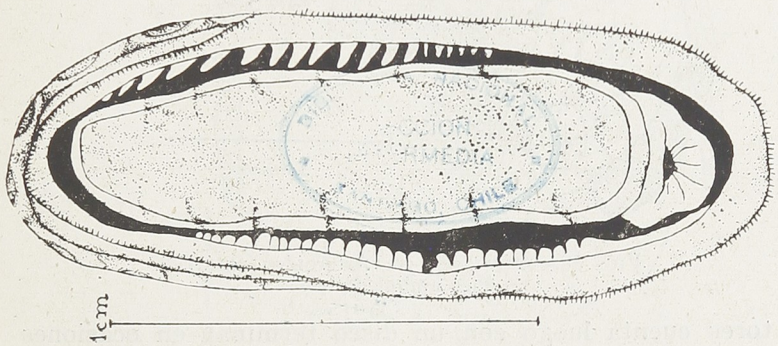


FIG. 57.—*Tonicina zschaui.*
Chitón de las rocas antárticas.

tacto con el substrato, siguiendo cada uno de sus accidentes. La presión del agua ambiente se encarga, entonces, por sí sola, de aplastar firmemente a la planaria contra la roca.

Idéntica técnica se nos presenta, igualmente, en los primitivos moluscos anfineuros, los chitones, (19), (fig. 57), y aún, en un ofiuroídeo (*Ophiopyren regularis,* Koeler).

En tanto que planarias, anfineuros y ofiuroídeos construyen las ventosas funcionales a través de toda su

(19) *Tonicina zschaui,* Pfeffer; *Lepidopleurus kerguelensis,* Haddon; *Hemiarthrum setulosum,* Dall; *Callochiton steineni,* Pfeff.

cara ventral, se subdivide esta tarea en el resto de los equinodermos repartiéndose sobre decenas de pies ambulacrales (fig. 58). Cada uno de estos órganos locomo-

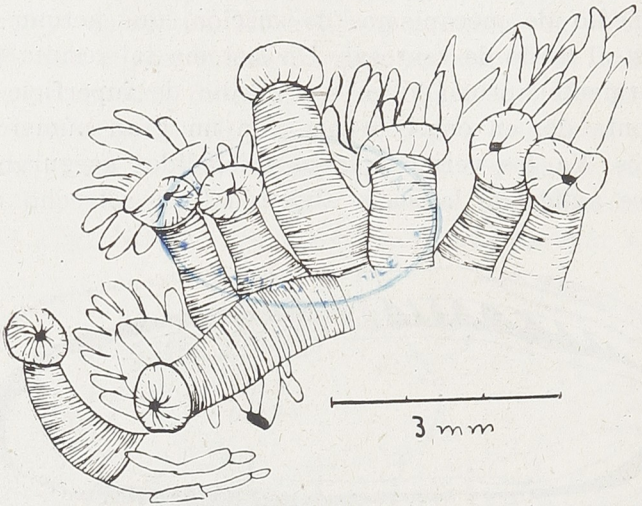


FIG. 58.—*Odontaster* sp. Asteroídeo antártico. Pies ambulacrales.

tores cuenta luego con un disco terminal, en ocasiones reforzado por bellas mallas calcáreas (fig. 59), cuya

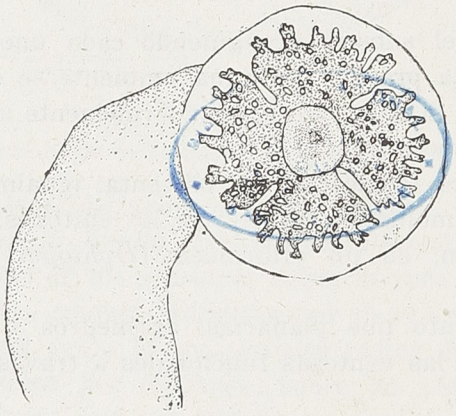


FIG. 59.—*Sterechinus antarcticus*, erizo de mar. Pie ambulacral con malla calcárea de refuerzo.

superficie aplanada puede solevantarse por medio de músculos especiales, haciendo el vacío sobre el substrato de apoyo.

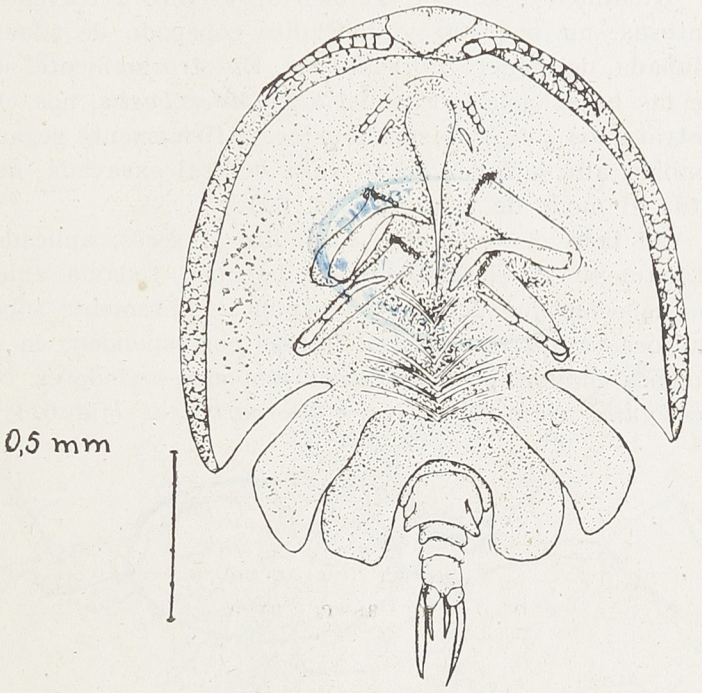


FIG. 60.—*Porcellidium* sp.
Cara ventral, de pronunciada concavidad, que puede aplicarse a modo de ventosa sobre el substrato.

El notable efecto de sujeción alcanzado a través del sistema ambulacral permite luego el establecimiento de la más rica población de equinodermos sobre las rocas submarinas antárticas. Rojas estrellas (20), de ancho disco corporal, otras ocres y anaranjadas, de largos bra-

(20) *Bathybiaster loripes obesus, Psilaster charcoti, Odontaster meridionalis, O. validus, Perknaster fuscus antarcticus, Porania antarctica glabra, Myoraster antarcticus, Labidiaster annulatus, Lysasterias perrieri, Granaster nutrix.*

zos, se asientan allí, sobre los pétreos muros, lado a lado con pequeños erizos (*Sterechinus antarcticus,* Koehler), de púas vivamente teñidas de colorado.

Finalmente, adopta también un afiance a través de ventosas, un pequeño y delicadito copépodo de silueta aplanada, del género *Porcellidium*. En otro ambiente, sobre las hojas gelatinosas del alga *Macrocystis,* nos encontraremos con el mismo crustáceo, firmemente pegado también allí, a favor de su cara ventral excavada, que actúa al modo de ventosa (fig. 60).

Al lado de todo este conjunto de seres, aplicados íntimamente en el substrato, se disponen, todavía, aquellas especies que deambulan rápida y libremente sobre las rocas antárticas. Estas formas corresponden, en su inmensa mayoría, a crustáceos isópodos andadores, como *Janira* (lám. XXVII), y *Microarcturus* (fig 61), o

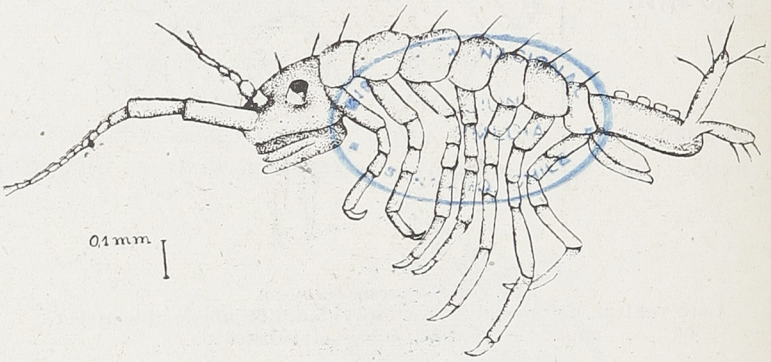
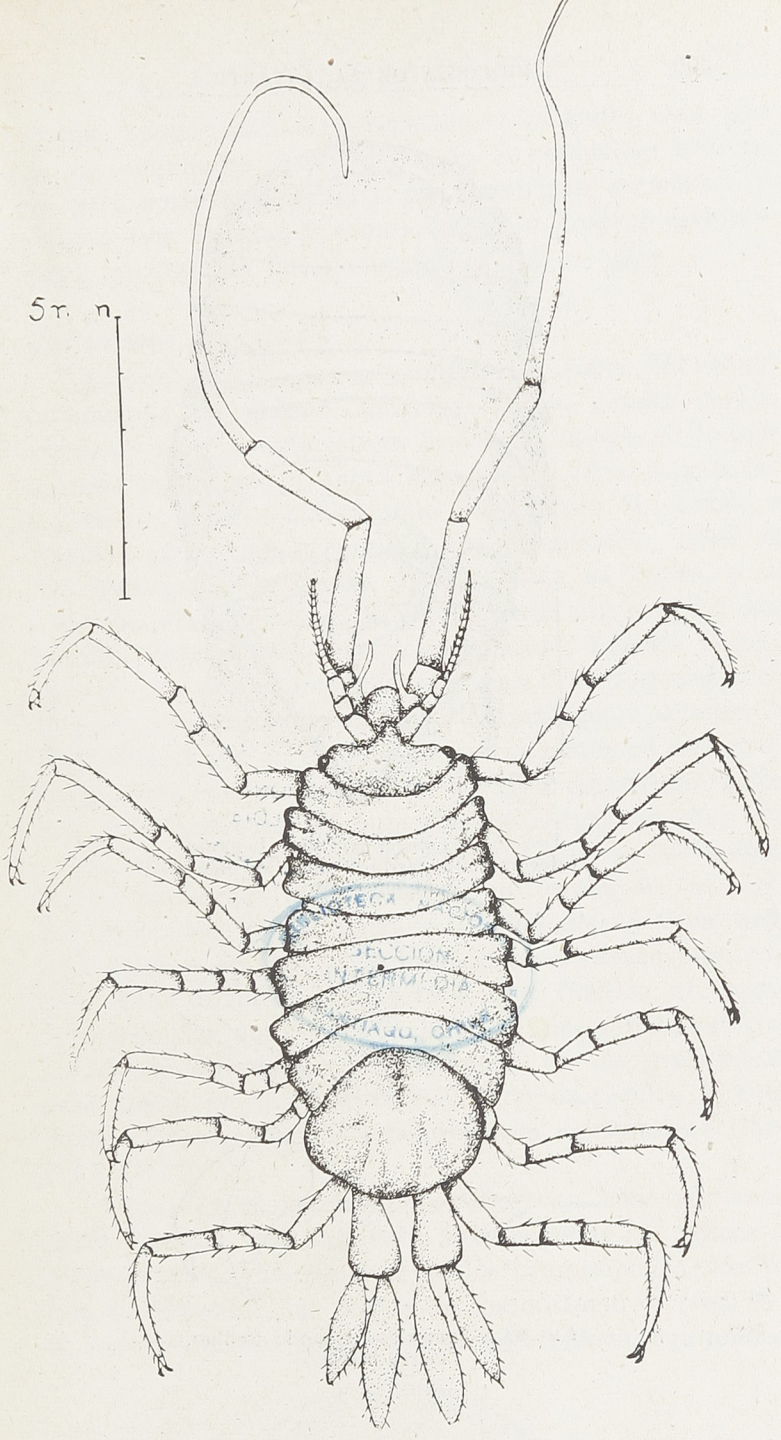


FIG. 61.—*Microarcturus* sp.

bien, capacitados, a la vez, para realizar pequeñas excursiones a nado en el agua ambiente, como el esferómido *Cymodocella,* (fig. 62).

Janira y *Microarcturus* se aferran con sus alargadas patitas, armadas de filudas garras, que aún se encuentran dispuestas por pares en el primero de estos géneros, (fig. 63), semejante a *Asellus,* tan común en las aguas dulces. *Cymodocella,* en cambio, de extremidades



LÁM. XXVII.—*Janira* sp.
Isópodo andador de garras bífidas.

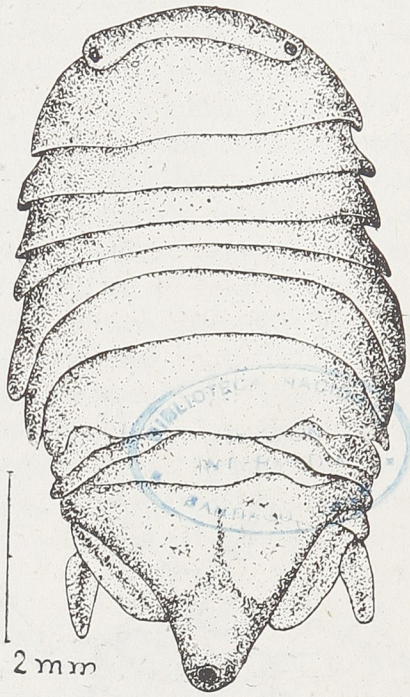


FIG. 62.—*Cymodocella* sp., Isópodo esferómino capacitado para enrollarse completamente.

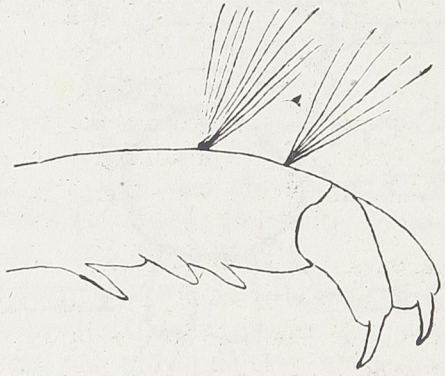


FIG. 63.—*Janira* sp., Isópodo asellino. Garra bífida.

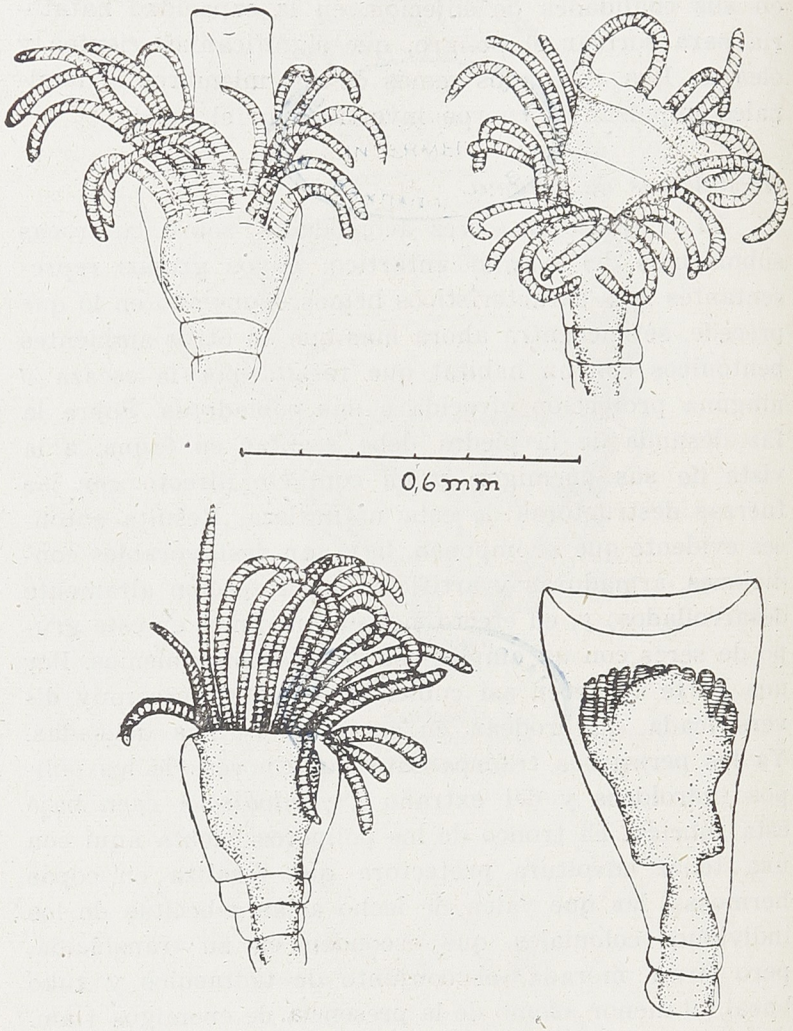
cortas, apoya todo el cuerpecillo, confiando, más que en sus cualidades de sujeción, en la capacidad natatoria para sortear el peligro, que significan corrientes y oleajes. Los aplanados remos de sus miembros abdominales impulsan al cuerpo invertido por el agua.

Mecanismos de defensa.

El conjunto de seres acomodados sobre las rocas submarinas del océano antártico, cuyos grupos representantes más característicos hemos enunciado en lo que precede, se encuentra ahora más que en otros ambientes bentónicos con un habitat que resalta por la escasa o ninguna protección ofrecida a sus pobladores. Sobre la faz desnuda de la piedra debe asentar su fauna, a la vista de sus enemigos, y en contacto directo con las fuerzas destructoras de esta naturaleza. Resulta entonces evidente que se imponen, bajo tan desfavorables condiciones, armaduras y artificios de protección altamente desarrollados; y, en efecto, nos encontramos en este grupo de seres con un amplio uso de tales mecanismos. Por una parte aparecen así cubiertas de naturaleza muy diversificada, que rodean en coraza a formas delicadas. Ya los perisarcos transparentes, quitinosos, de los pólipos hidroídeos y del extraño *Cephalodiscus* caen bajo esta rúbrica. El tronco de los políperos cuenta aquí con una tenaz envoltura protectora que finaliza en copas hermosas, las que valen de lecho a las cabecitas de los individuos coloniales, que esconden en su translúcida, pero firme morada, el conjunto de tentáculos y tubo bucal, al menor asomo de la presencia de enemigos (lám. XXVIII).

Caparazones calcáreos se observan con frecuencia en la fauna de este ambiente, construyendo los cálices de madreporarios, las conchas de los braquiópodos, los tubos de *Spirorbis,* las placas de los anfineuros (fig. 64), y, finalmente, los esqueletos de asteroídeos, equinoídeos

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE



LÁM. XXVIII.—Cabecita de pólipo hidroídeo (*Schizocladium* sp.) en cuatro fases de retracción.

y ofiuroídeos (fig. 65). Estos sistemas de protección no pueden igualarse en calidad, sin embargo, con las estructuras homólogas que aparecen en las especies correspondientes de otros mares más temperados. Ya en otra parte (pág. 168), hemos analizado las causas físico-químicas inherentes al habitat antártico, que originan una notable reducción del metabolismo cálcico de su fau-

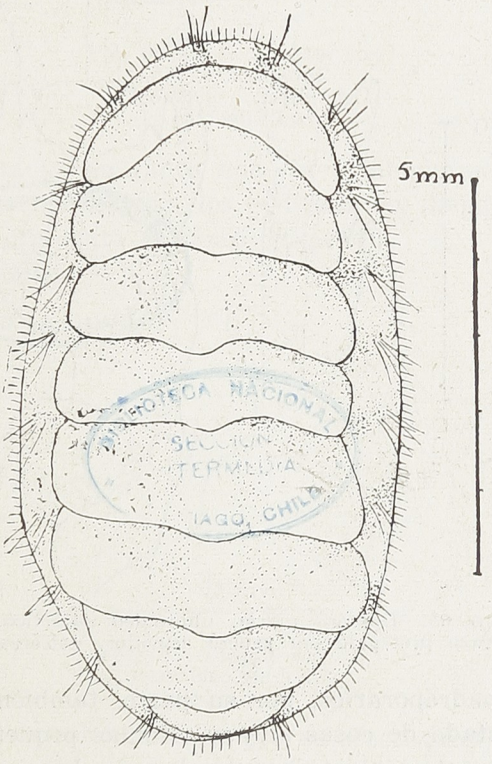


FIG. 64.—*Leptochiton* sp., chitón.

na, inculpando al frío como factor dominante en este resultado. También aquí se revela, pues, la influencia de la baja temperatura en la calcificación de las piezas esqueléticas delgadas y quebradizas. Algunas estrellas de mar antárticas (*Granaster, Anasterias*), ofrecen los

ejemplos más notables de este fenómeno, en sus cuerpos extraordinariamente blandos, sostenidos apenas por reducidas trabéculas calcáreas.

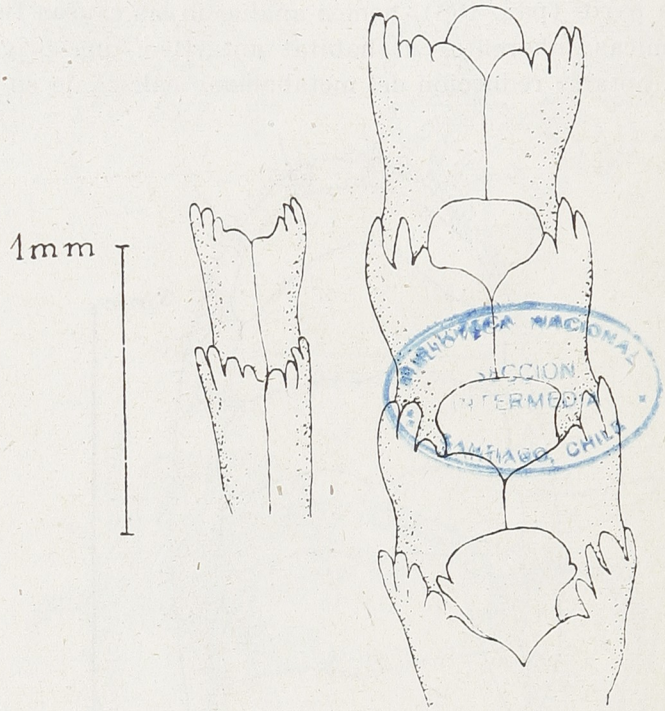


FIG. 65.—*Ophiura rouchi*, ofiuroídeo antártico. Brazo protegido por gruesa armadura calcárea.

Los madreporarios, por su parte, también demuestran tal estado de cosas en sus colonias pequeñitas, que hacen contraste violento con los bancos, barreras, y aún islas enteras, construídas por sus parientes de océanos tropicales.

Al lado de las defensas opuestas por los sistemas de cubierta, debemos señalar aquellas otras, de naturaleza más bien activa, que aparecen, principalmente, en pólipos hidroídeos, erizos y estrellas de mar. En los pri-

meros actúan, en este sentido, baterías de cnidoquistes (fig. 66), que descargan sus filamentos urticantes al

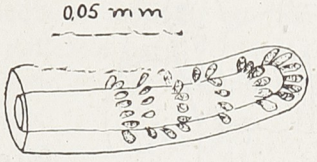


FIG. 66.—*Schizocladium* sp., Pólipo hidroídeo. Tentáculo armado de cnidoquistes.

menor contacto, en tanto que los equinodermos se valen de delicadas tenazas, los pedicelarios, dispuestas sobre el revestimiento calcáreo (fig. 67).

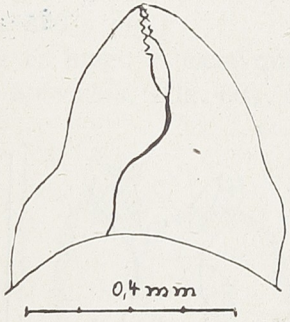
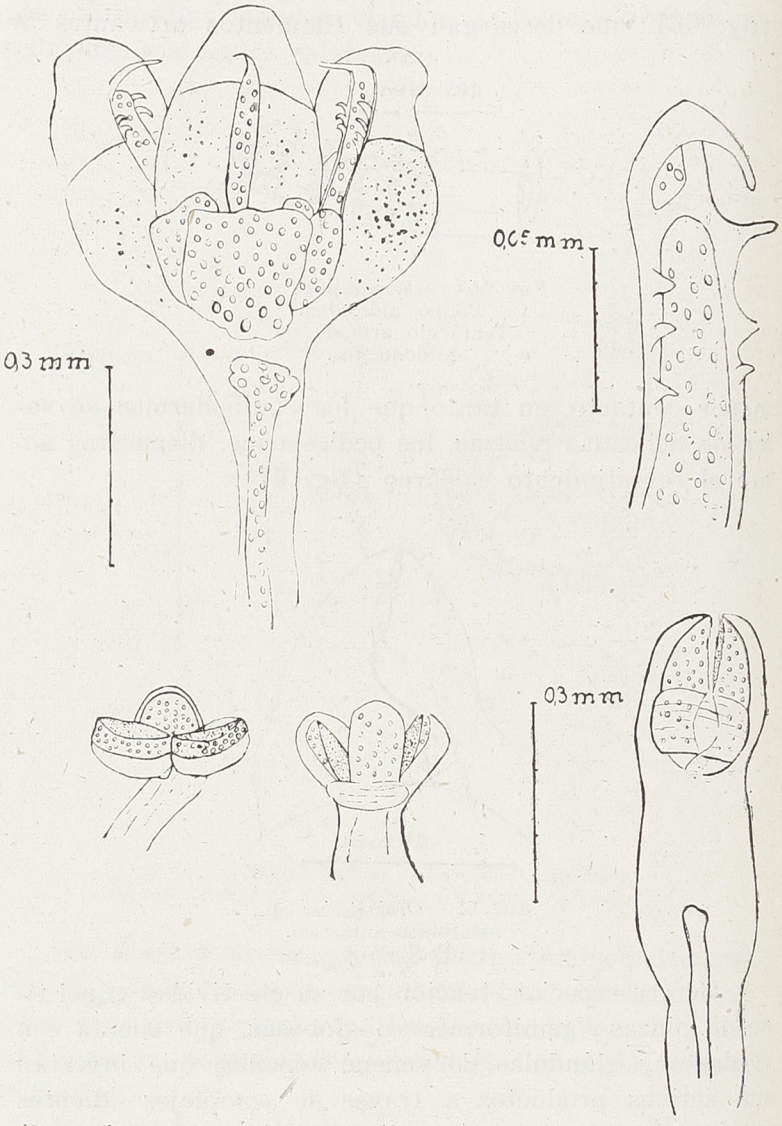


FIG. 67.—*Diplasterias* sp., asteroídeo antártico. Pedicelario.

Merece especial atención por su efectividad aquel tipo de pinzas "gemiformes" o globosas, que cuenta con verdaderas glándulas de veneno conexas, que inyectan sus activos productos a través de complejos "dientes calcáreos". Aún los más peligrosos de los enemigos de nuestros erizos, sus parientes asteroídeos, pueden ser mantenidos a distancia por tan potentes defensas (lám. XXIX).



LÁM. XXIX.—Pedicelarios del erizo de mar *Sterechinus antarcticus*. Arriba: Pedicelario gemiforme con glándula de veneno.

Finalmente, vemos todavía, en el arrollamiento total de los pequeños esferómidos *Cymodocella,* un eficaz modo de protección, arrollamiento que transforma instantáneamente el pequeño isópodo en una bola que encierra y reviste la delicada cara ventral con sus múltiples apéndices, ofreciendo al duro ambiente la firme cubierta quitinosa del dorso.

Alimentación

Los modos alimenticios del conjunto faunístico implantado en las rocas del océano sur-polar corresponden a tres grupos esencialmente diferentes. Un primer sistema de aprehensión de los alimentos es propio de esponjiarios, pólipos hidroídeos, braquiópodos y tunicados (*Julinia*), que generan todos corrientes de ingestión a través de mecanismos distintos, que analizaremos en otra parte (págs. 226 y sig.)

Bien distinta es luego la caza que realizan los anélidos sedentarios *Spirorbis,* (fig. 68), cuya corona de ro-

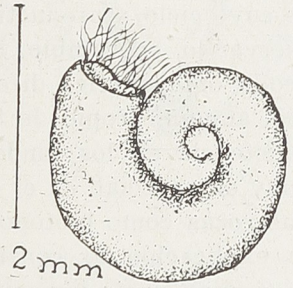


FIG. 68.— *Spirorbis* sp. Poliqueto protegido por tubo calcáreo.

jos tentáculos, bellamente realzada sobre el blanco fondo de los tubos calcáreos, apresa las pequeñas víctimas que se ponen a su alcance, en terrible abrazo.

En tercer lugar, y por último, habremos de distin-

guir a todas aquellas múltiples especies que persiguen activamente sus alimentos, dándose ya al pastaje, ya a la caza de presas animales. Pertenecen a este grupo las planarias tricládidas, los moluscos anfineuros, el mundo polícromo de los equinodermos con estrellas, erizos y ofiuroídeos, y, finalmente, los isópodos, tanto vegetarianos como carnívoros.

Reproducción

En estrecho acuerdo con las condiciones específicas que caracterizan a los sistemas de corrientes en las aguas circundantes, falta en una vasta proporción de las especies que pueblan a las rocas antárticas, todo estado larval de vida pelágica. Hemos enunciado ya más arriba, (pág. 110), el triste destino que esperaría a estas delicadas larvitas, incapaces de oponerse a su arrastre septentrional, en el seno de las aguas superficiales que conducen fatalmente, a la barrera mortal de la Convergencia antártica. La dura selección ambiente ha rechazado, entonces, también en el habitat aquí analizado, aquellas formas bentónicas cuyo ciclo reproductivo contempla fases flotantes, conservando, en cambio, todo mutante que cuenta con desarrollo ontogenético directo.

Este fenómeno, aunque propio de todos los diferentes sectores de existencia en los fondos oceánicos surpolares, resalta, muy en especial, en el conjunto de seres que han elegido las rocas como biotopo adecuado, hecho que encuentra su explicación al considerar la elevada proporción en que forman parte los equinodermos de esta comunidad de vida. Ellos, ovíparos en su inmensa mayoría en otros mares, albergan los huevos fecundados en el seno materno, para dar nacimiento recién a pequeñuelos de desarrollo muy avanzado, en la Antártica. Hemos podido constatar el mismo fenómeno, también, en un anfineuro sur-polar de nuestras colecciones, cuyas crías maduran en la cavidad branquial de sus madres,

protegidos por repliegues propios del manto (fig. 69), que abandonan una vez alcanzada la organización definitiva, como chitones en miniatura, del todo semejantes ya a sus padres.

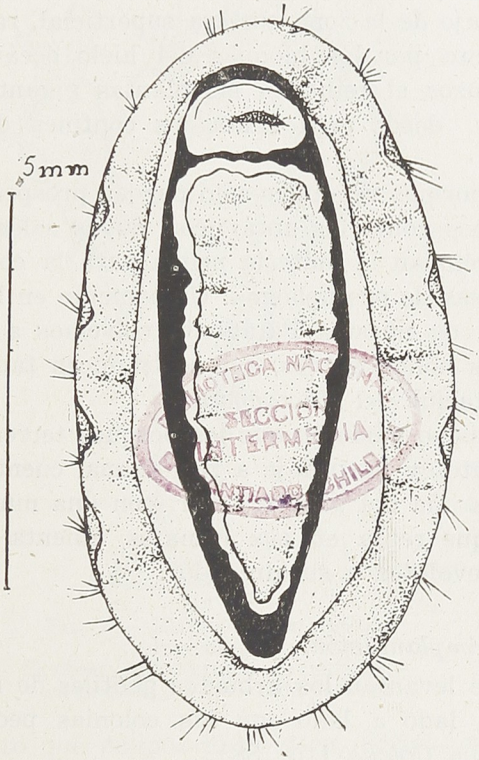


FIG. 69.— *Leptochiton*, chitón vivíparo. Se denota el repliegue que techa en parte la cavidad paleal (en negro) protegiendo de este modo las crías allí incubadas.

D.— VIDA EN LOS BOSQUES DE ALGAS

En el fondo del litoral, allí donde la ola bravía despierta ya apenas el suave vaivén del agua, asientan, en

horizontes antárticos, los extraños bosques del alga *Macrocystis.* Sus troncos breves, afianzados sobre la roca, sustentan la maravilla de hojas gelatinosas que se mecen al compás de corrientes gentiles en la majestad de sus ochenta y aún cien metros de largo. Inmediatamente por debajo de la zona costera superficial, rasurada en la primavera por los bloques del hielo oceánico, toma sus comienzos el reino de las plantas gigantescas, que descienden desde aquí hasta los confines de la zona iluminada.

Los enormes vegetales sólo pueden prosperar en mares tan ricos como los antárticos, cuyas sales abundantes proporcionan la materia prima para la construcción de sus masas de protoplasma. Unicamente en la accidentada costa de nuestra Patagonia volvemos a encontrar condiciones homologables, que se traducen también allí, en la vegetación del *Macrocystis.*

Del mismo modo en que los bosques terrestres brindan alimentos y hospedaje a rica fauna, cuenta también la ocre maraña del alga laminar, con una multitud abigarrada, que repta en sus ramajes, asienta sobre sus hojas, y revolotea a su alrededor.

Modos de implantación.

Allí se levantan los arbustos gentiles de los pólipos hidroídeos, lado a lado con las colonias pedunculadas de la ascidia *Colella* (fig. 88).

También extrañas medusas, lucernarias, (fig. 70), (21), que abandonaran la vida pelágica por el hábito sedentario, fijan su pie sobre las hojas del alga. Los estatoquistes, aquellos órganos sensoriales dedicados en sus parientes flotadores a la regulación del equilibrio, han alcanzado en las lucernarias una avanzada especia-

(21) *Haliclystus antarcticus,* Pfeffer; *Lucernaria australis,* Vanhöffen; *Lucernariopsis vanhöffeni,* (Browne).

lización hacia las funciones dinámicas, reestructurándose en "anclas" que permiten una lenta reptación de nuestra medusa sésil, enganchándose sobre el substrato.

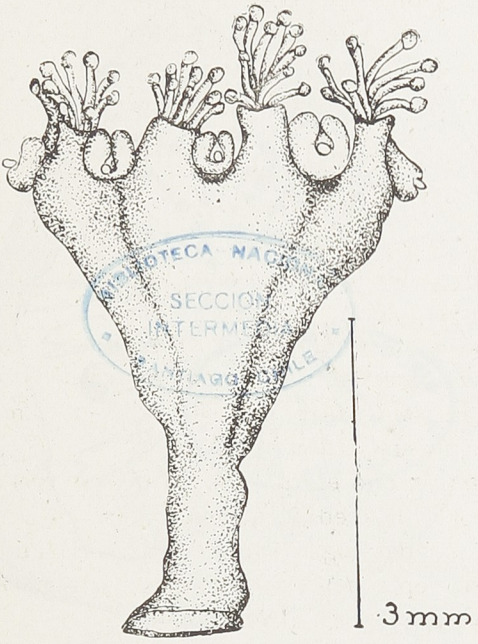


FIG. 70.—*Haliclystus antarcticus*, lucernaríido.
Se observan los grupos de tentáculos, y en su base, las anclas de reptación.

En tanto que pólipos hidroídeos, *Collela* y lucernarias, asientan sobre las algas que les dan sustento, por intermedio de pedúnculos, se aplican directamente y sin tallos de unión, pequeñas esponjas blanco-amarillentas (*Iophon, Reniera*), las colonias gelatinosas del tunicado *Botrylloides,* los tapices de briozoos (figs. 71 y 72), y el anélido poliqueto *Spirorbis,* de enroscada cubierta calcárea. También los braquiópodos, pequeños y delicaditos en estas frías aguas sur-polares, fijan sus conchas, bivalvas y transparentes, sobre las hojas gelatinosas, va-

liéndose de finos pero resistentes hilillos que recuerdan a los filamentos de byssus en los choros de nuestras aguas continentales.

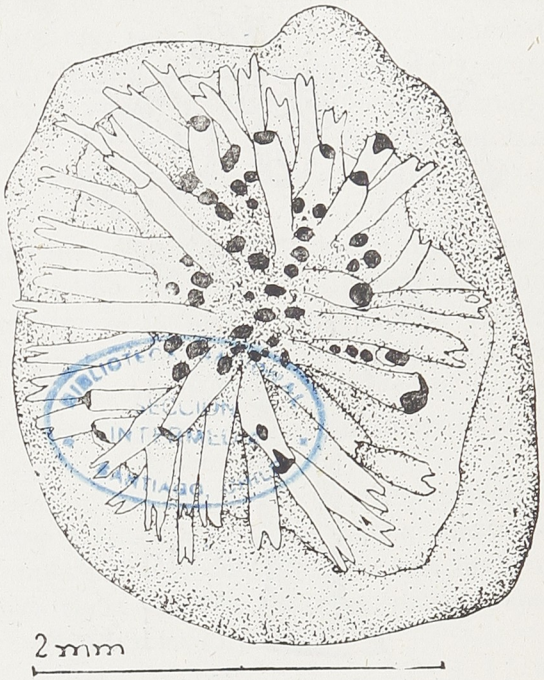


FIG. 71.—*Tubulipora* sp., briozoo del benthos antártico.

Todo este conjunto de animales, reunidos más bien definitivamente con el substrato vegetal, se relaciona con aquellas otras especies que se aplican sólo temporalmente sobre las algas, a través de anélidos poliquetos sedentarios, que aglutinan sus hilos de protección en las hojas, a favor de secreciones mucilaginosas. Tanto el género *Thelepus* (fig. 73), como la hermosa *Terebella,* (fig. 74), cuentan con representantes en este ambiente. Firmemente afianzados en el lumen de su morada, a través de sus ganchos abdominales (fig. 75), emerge al ex-

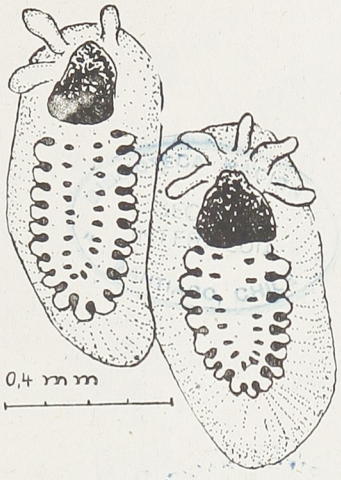


FIG. 72.—*Beania* sp., briozoo antártico.

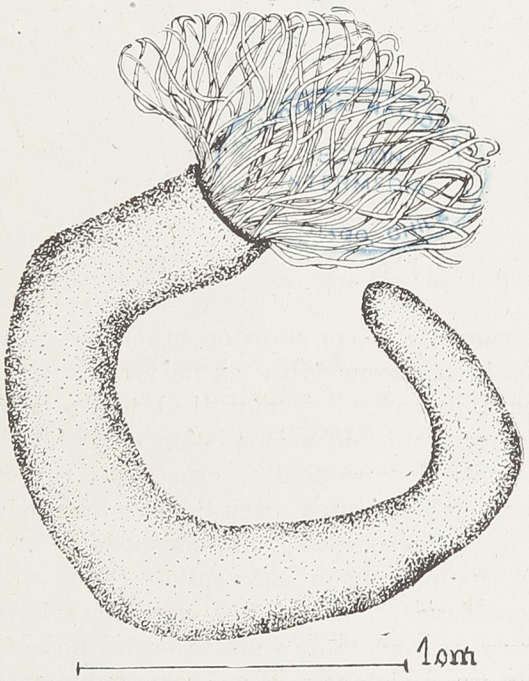


FIG. 73.—*Thelepus* sp.
Poliqueto sedentario protegido por un tubo arenoso.

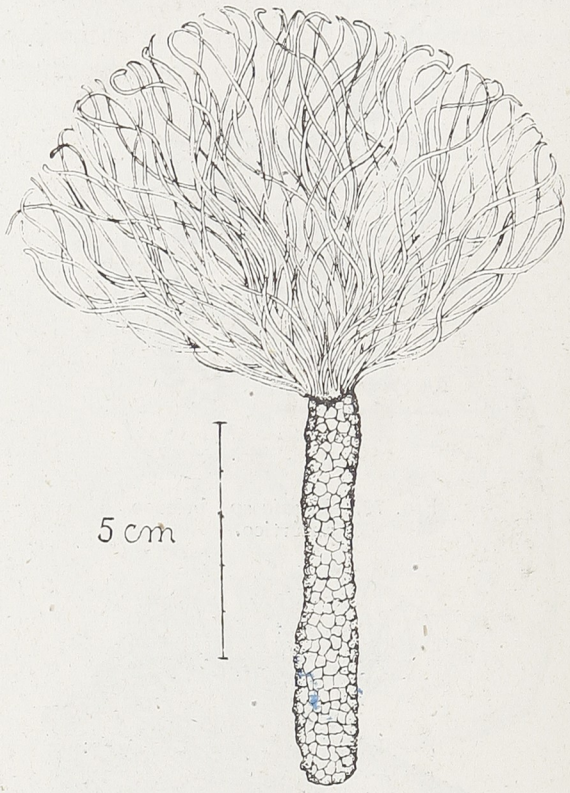
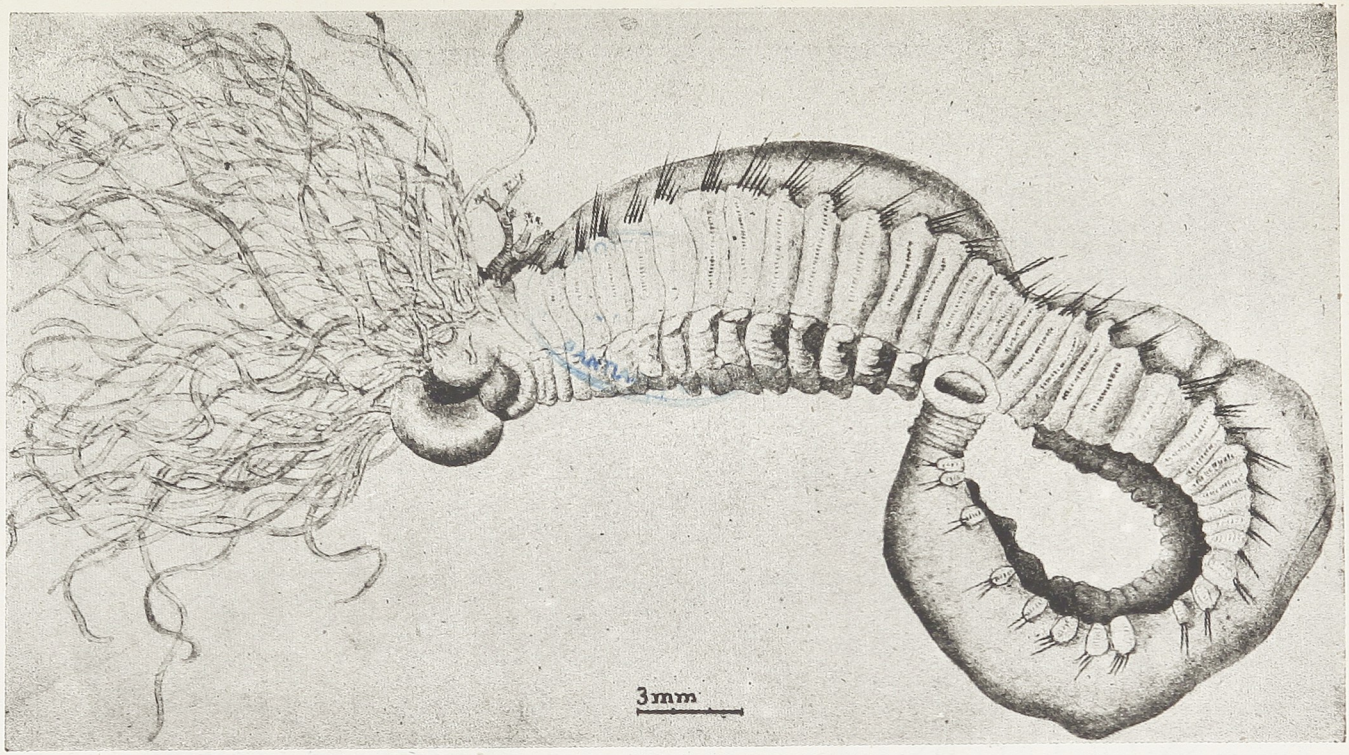


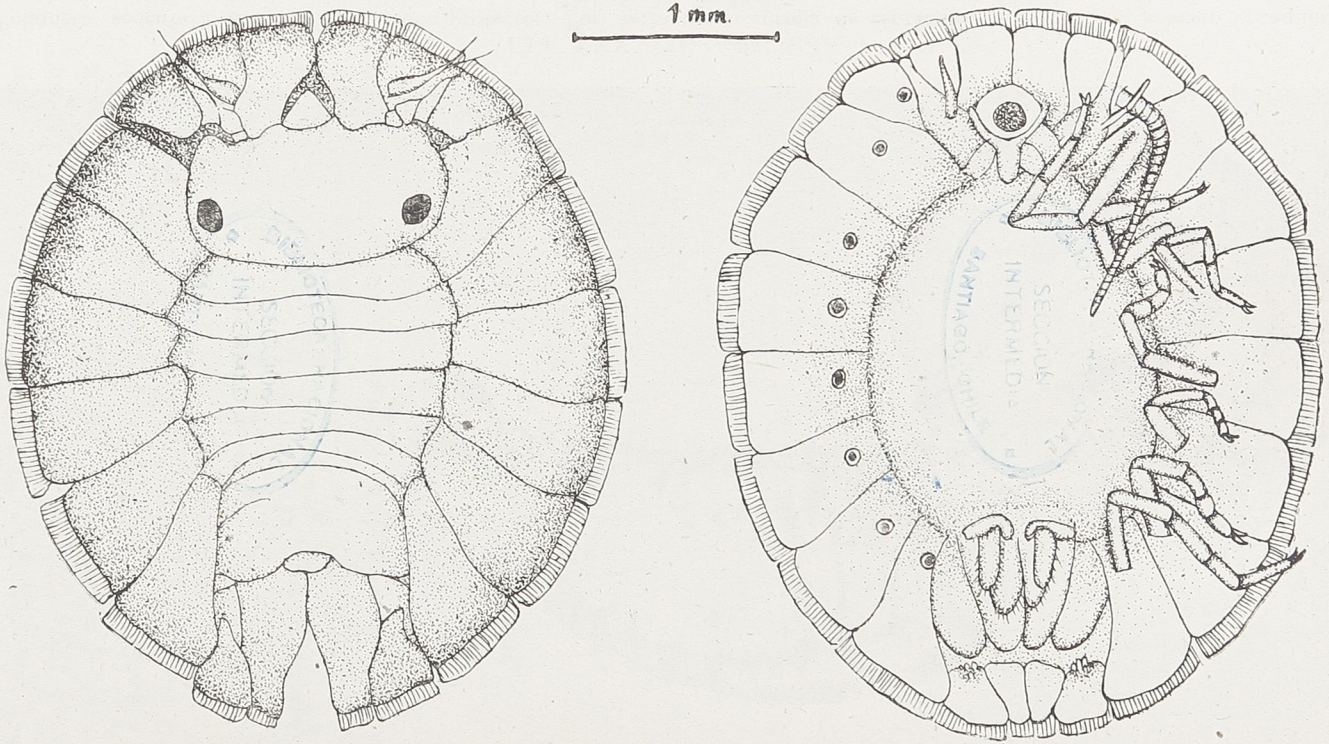
FIG. 74.—*Therebella ehlersi.*
Poliqueto sedentario que construye su tubo de protección con finas piedrecillas.

terior únicamente el conjunto de branquias y tentáculos cuya magnífica corona vibra en nervioso juego, siempre pronta para rodear en su mortal abrazo a la presa que penetra en su radio de acción (lám. XXX).

Solamente dos pequeñitos crustáceos representan a los seres apegados íntima, pero temporalmente, sobre las láminas del *Macrocystis,* un copépodo, *Porcellidium,* (fig. 76), y un isópodo esferomino (lám. XXXI). En ambos construye el cuerpo una verdadera bóveda, que logra aferrarse a modo de ventosa en las hojas, oponiendo asombrosa resistencia a su desprendimiento por el



LÁM. XXX.—*Therebella ehlersi*.
Poliqueto sedentario extraído de su tubo protector. Por detrás de la corona de tentáculos se observa el arbusto branquial. (Del. S. M. de Pfeil).



LÁM. XXXI.—Isópodo esferomino de las algas *Macrocystis*.
Derecha: aspecto dorsal.
Izquierda: cara ventral.

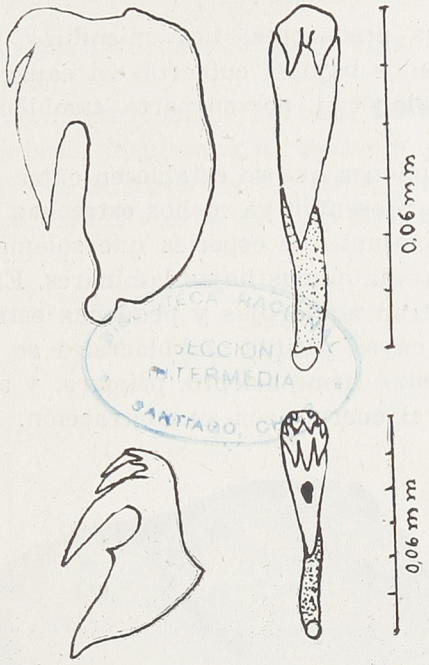


FIG. 75.—Ganchos abdominales de poliquetos sedentarios antárticos.
Arriba: *Thelepus* sp.
Abajo: *Therebella ehlersi*.

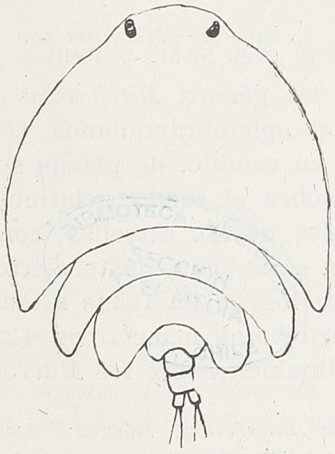


FIG. 76.—*Porcellidium* sp.
Cara dorsal convexa.

oleaje y los predatores. Los miembros torácicos del todo encerrados bajo la cubierta del caparazón, en ambos seres, colaboran, por su parte, también, en la firme sujeción.

Las relaciones que se establecen entre alga y forma habitante se presentan ya menos estrechas al considerar el variado conjunto de especies que solamente deambulan en la maraña de sus hojas laminares. En lento avance, se arrastran aquí rojas y pequeñas estrellas de mar *Odontaster,* cuyas patitas ambulacrales se extienden lejos, para tomar firme asiento, primero, y atraer, en segunda fase, al cuerpo, con su contracción.

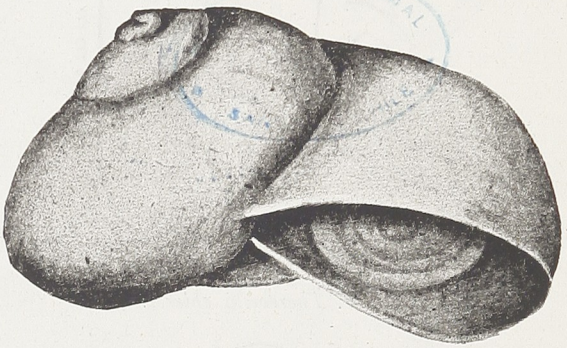


FIG. 77.—*Margarita* sp.
(Del. S. M. de Pfeil).

Caracoles del género *Margarita* (fig. 77), y sus blancos parientes opistobranquiados, (*Charcotia,* fig. 78, etc.), se valen, en cambio, de planas superficies pedales para avanzar sobre el fondo gelatinoso. Tanto en los pies ambulacrales de las estrellas, como en las suelas de los moluscos, se aplican, hasta cierto grado, sistemas de ventosa, para lograr un firme afiance.

En los larguísimos nemertinos (22), al contrario, tan frecuentes también sobre los *Macrocystis,* es el mis-

(22) *Carinina antarctica,* Bürger; *Amphiporus gerlachei,* Bürger; *A. lecointei,* Bürger; *Tetrastemma belgicae,* Bürger.

mo cuerpo cuyas lazadas anudan el alga, el que brinda segura sujeción.

Anélidos y artrópodos, por otra parte, encuentran en sus miembros, dispuestos al modo de palancas, sistemas adecuados de agarre y locomoción. Actúan en este sentido las cerdas aserradas (fig. 79), de los polique-

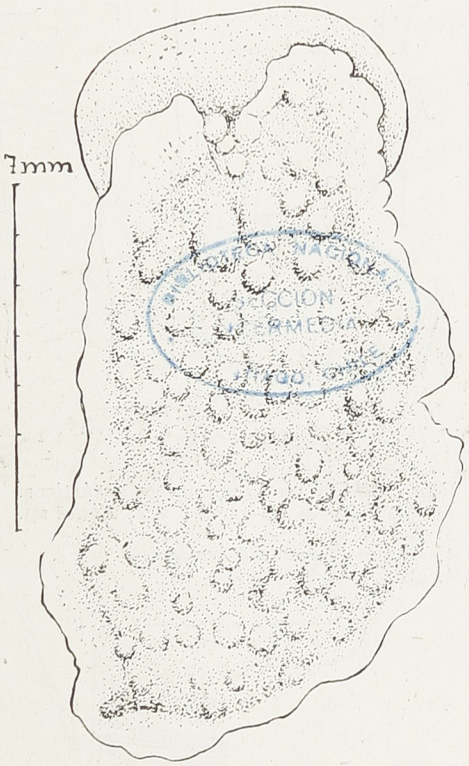


FIG. 78.—*Charcotia* sp.
Opisto-branquiado recolectado en algas *Macrocystis*.

tos nereidos, eunícidos y sigaliónidos que frecuentan los bosques de *Macrocystis*. Sus rebordes dentados, de bizarra estructura, aseguran un firme asiento de las falsas patitas, los parapodios (fig. 80), cuya musculatura

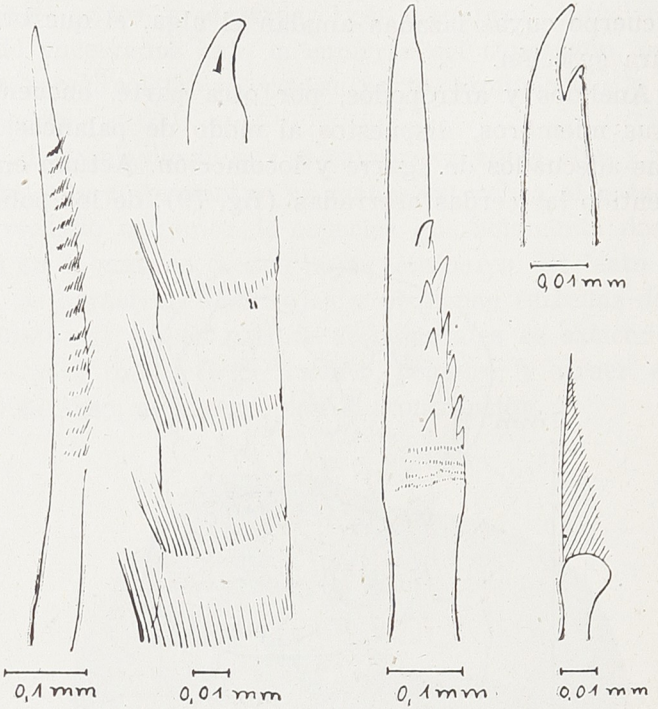


FIG. 79.—Cerdas de poliquetos antárticos.
De izquierda a derecha: 1 y 2: *Eunoë* sp.
3: *Eunoë* sp.
4, arriba: *Harmothoë brevipalpa*.
4, abajo: Sigaliónido.

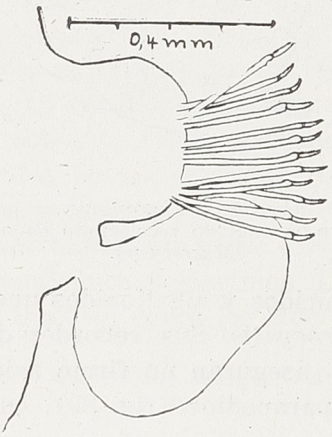


FIG. 80.—Sigaliónido antártico.
Corte a través de un parapodio.

pone en acción al conjunto de estas cerdas, tanto falsígeras como espinígeras.

En tanto que los ágiles nereidos (fig. 104), logran alcanzar en rápida translación, hasta las copas más alejadas del alga, se localizan cerca de su tronco de origen los eunícidos, recubiertos por gruesa armadura (lám. XXXII).

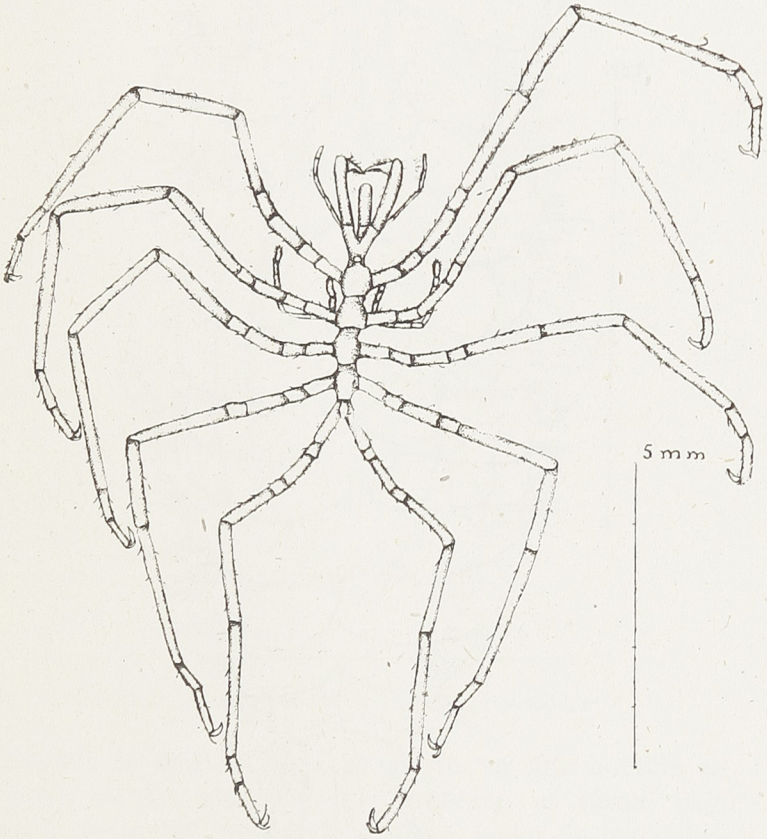
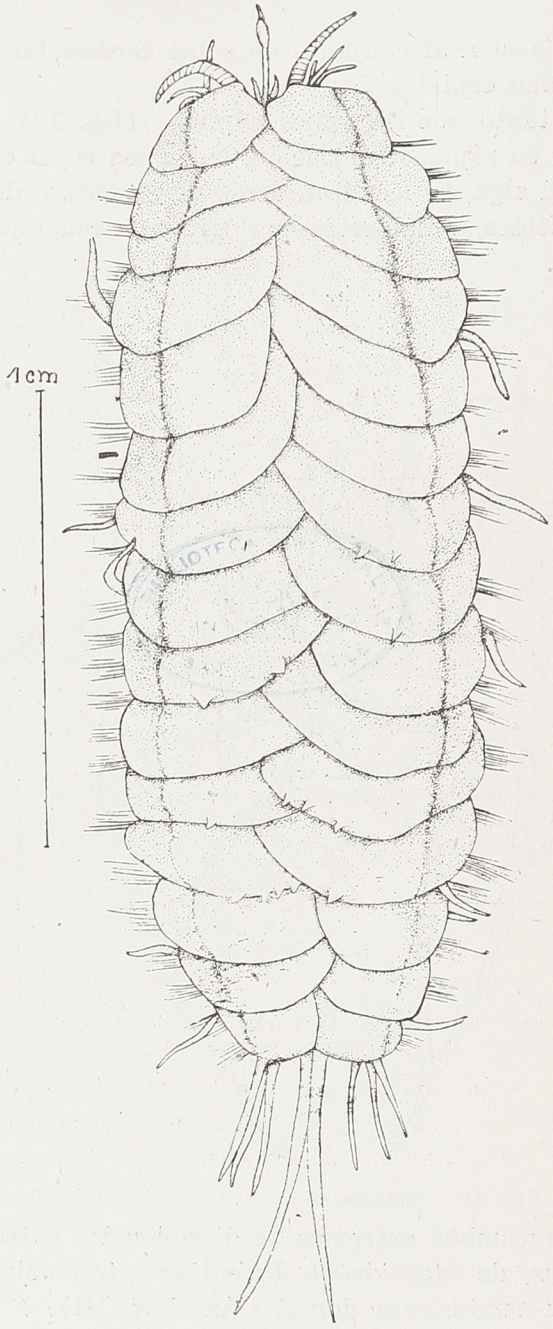


FIG. 81.—*Pentanymphon antarcticum*, pantópodo.

Entre ambos extremos se disponen los extraños sigaliónidos, de capacidades dinámicas intermedias, debidas a su semi-coraza dorsal (lám. XXXIII).



LÁM. XXXII.—*Lagisca* sp.
Eunícido protegido por armadura dorsal.

En los crustáceos que dan vida al matorral de algas resaltan los miembros torácicos particularmente alargados, que permiten abarcar, en amplio abrazo, un extenso sector del substrato, asegurando el paso. El isópodo *Munna* revela tal carácter, que es llevado al extremo en los pantópodos de estampa prehistórica (fig. 81). Los movimientos particularmente extensos en estos seres ar-

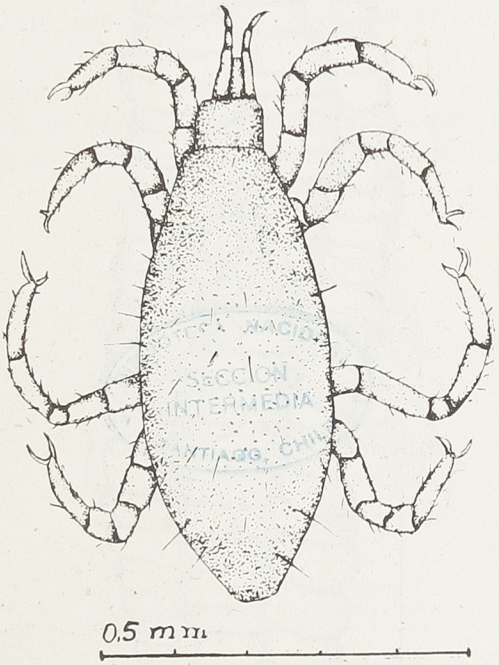
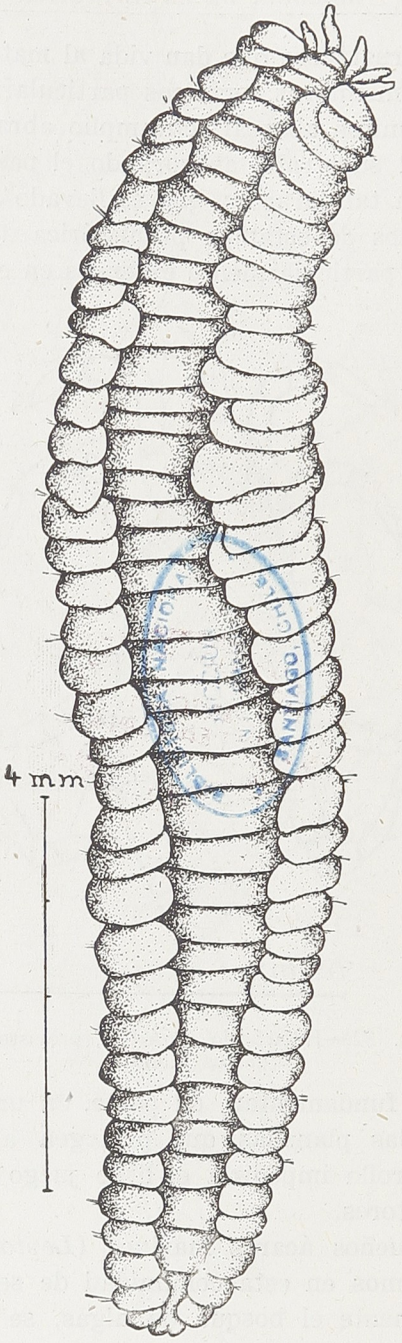


FIG. 82.—Halacárido antártico, provisto de garras bífidas.

ticulados se fundamentan, en parte, en una notable reducción de las planchas que protegen al tórax, cuyo mayor desarrollo impediría el libre juego de los miembros locomotores.

Los pequeños ácaros marinos (*Leptospathis, Agane*), los últimos en esta comunidad de seres que recorren activamente el bosque de algas, se aplican tam-



LÁM. XXXIII.—Sigaliónido.
Poliqueto provisto de una semi-armadura dorsal.

bién sobre la resbalosa superficie con los miembros torácicos, cuyas garras afiladas logran sostener firmemente su delicado cuerpecillo (fig. 82).

Completan el cuadro de la fauna relacionada con el habitat que brinda la espesura de *Macrocystis,* las especies nadadoras: crustáceos tanto copépodos como anfípodos, y peces nototeniidos, que recorren, ya lentos, ya en rápido flechazo, cada cual a su manera, las aguas de este ambiente, sobre cuyos componentes se alimentan.

Alimentación.

Al lado de las relaciones espaciales que reúnen a la vegetación de *Macrocystis* y su fauna peculiar, se esta-

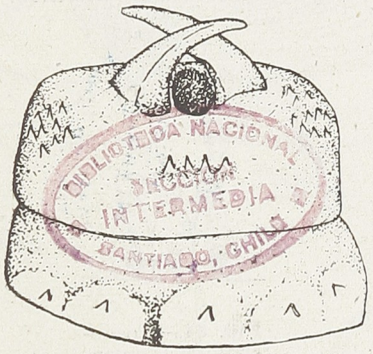

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

FIG. 83.—*Nereis kerguelensis.*
Trompa evaginada con dientes faríngeos.

blecen todavía nexos alimenticios aún más estrechos en este conjunto de vidas así indisolublemente conyugadas.

La substancia misma de la vegetación soporta a la existencia de los seres vegetarianos. Su blanda masa es desintegrada por la rádula de caracoles y opistobranquiados, en tanto que los poliquetos nereidos y eunícidos, se valen de sus mandíbulas y sistemas de dientes faríngeos en la prehensión y molienda (fig. 83). En *Porcellidium* y su pariente copépodo *Harpacticus,* así co-

mo en el esferómino de este ambiente, entran en juego los aparatos mandibulares, bien sencillos en correspondencia con la naturaleza del alimento vegetal.

Mientras que moluscos, isópodos, copépodos, eunícidos y nereidos utilizan las substancias vegetales mismas, vive el conjunto de seres detritófagos en este ambiente, de los restos orgánicos, finamente divididos, que resultan en la desintegración ulterior de las algas y de las especies animales que las habitan. Adoptan tal modo metabólico las esponjas, los briozoarios, los braquiópodos y los tunicados del bosque de *Macrocystis*. En todas estas formas se basa la prehensión del detritus en la generación de corrientes que arrastran las finas partículas hacia amplias aberturas bucales. Esta labor co-

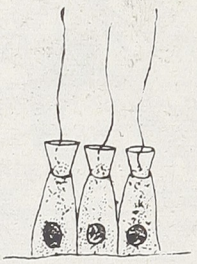
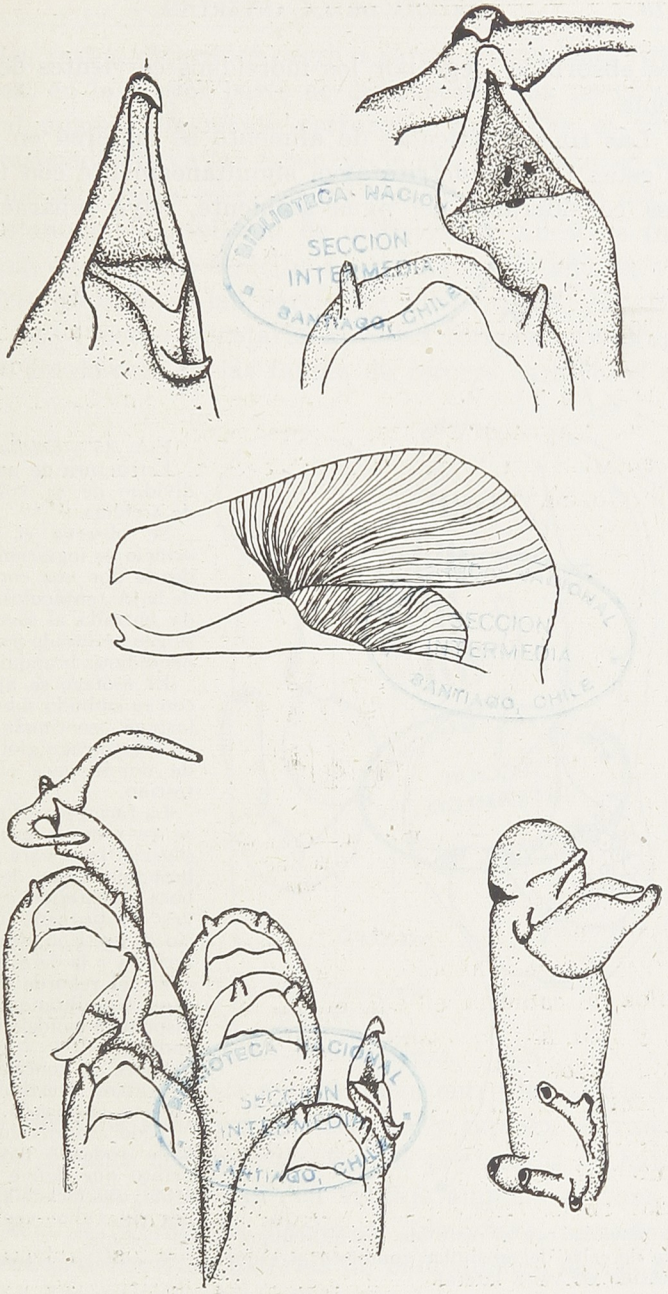


FIG. 84.—Coanocitos de la esponja *Grantia*.

rre por cuenta de las estructuras más diversas, células flageladas, los coanocitos (fig. 84), en las esponjas, tentáculos de cubierta ciliada en los briozoos y braquiópodos, y, por último, elementos ciliados del saco branquial en tunicados.

Entre los briozoos del género *Beania* resalta muy en especial la especie "*erecta*", (lám. XXXIV), en cuyas colonias se diferencia un número de individuos especializados en la prehensión de pequeños vermes y crustáceos que mueren en el abrazo fatal de estos "arvicularios", desintegrándose finalmente. El detritus resultan-



LÁM. XXXIV.—*Beania erecta*.
Arriba y al centro: Arvicularias.
Abajo: Aspecto de algunos individuos coloniales.
(Se aprecia una arvicularia que ha capturado un nemátodo).

te es absorbido luego por los individuos corrientes de la colonia.

Las finas partículas de alimento se ingieren en todas estas formas detritófagas simultáneamente con una masa considerable del agua ambiente, cuya separación

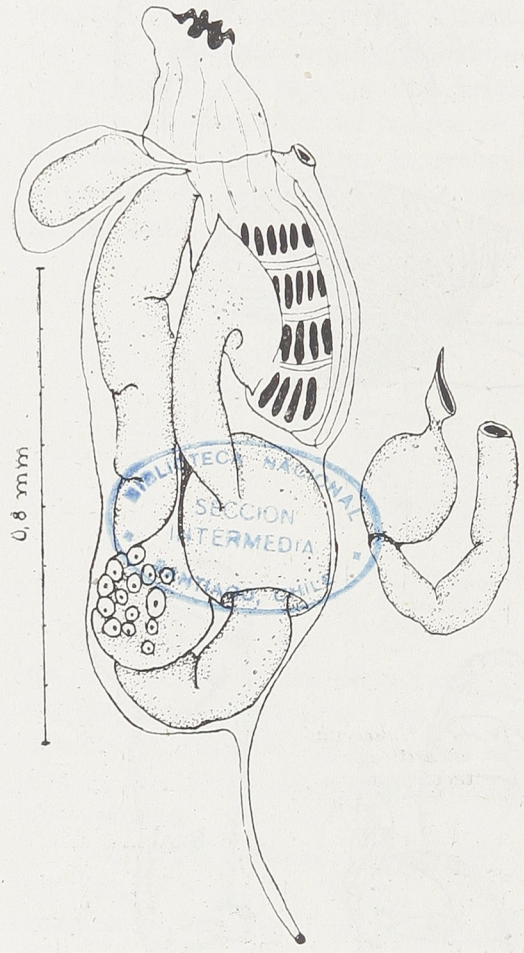


FIG. 85.—*Colella* sp. Estructura de un individuo de la colonia de ascidias.

Se observa el gran orificio de ingestión, rodeado por una corona, de bajos tentáculos, que da entrada al saco faríngeo perforado por las hendiduras branquiales.

El esófago se aplica con su embudo sobre la faringe, continuándose en el estómago globoso, de donde nace el intestino.

La faringe perforada se ve rodeada por un espacio, la cámara peribranquial, que desemboca al exterior a través del pequeño orificio de egestión, situado arriba y a la derecha.

En el reborde de la cámara peribranquial se dispone la bandeleta del endostilo.

Sobre la concavidad del arco intestinal se observa la gónada.

Todo el individuo se halla rodeado por un manto que define una celda comunicada a través del tubo, ventralmente situado con el resto de los individuos de la colonia.

A la derecha del ejemplar completo el esquema de esófago, estómago e intestino en vista lateral.

de los restos digeribles corre a cargo de sistemas filtradores, en la mayor parte de las especies. La pared corporal misma, finamente perforada, construye el tamiz correspondiente en las esponjas de este ambiente, en tanto que esta tarea corre en gran parte por cuenta del saco branquial, acribillado de orificios, en nuestros tunicados, en los cuales recibe un esófago, dilatado en verdadero embudo, a las partículas alimenticias (fig. 85).

Las especies vegetarianas y las formas detritófagas caen finalmente en las fauces de feroces carnívoros que

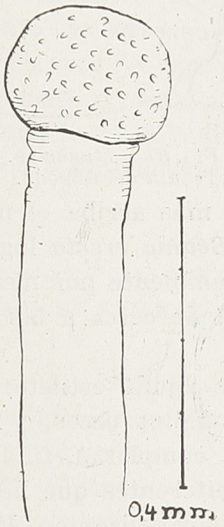


FIG. 86.—*Haliclystus antarcticus*.
Tentáculo con sus baterías de cnidoquistes.

acechan y persiguen a sus víctimas entre las algas. Los más variados sistemas de matanza y captura entran en juego durante las cacerías. En los predatores de hábito sedentario se despliegan con ventaja amplias coronas de tentáculos, (*Terebella, Thelepus, Spirorbis*), armados a su vez por terribles baterías de cnidoquistes en las medusas Lucernarias (fig. 86). En los crustáceos carní-

voros de este ambiente (*Munna*), (fig. 87), esas prolongaciones tentaculares se reemplazan por enormes tenazas que capturan las presas. En el primero de los géneros nombrados se agiganta aún el campo de acción de la aguda pinza a través de un miembro extraordinariamente largo. En ambos artrópodos se desintegran luego las víctimas en la sierra de potentes molares y apófisis dentadas dispuestas en el reborde de piezas mandibulares.



FIG. 87.—*Munna* sp.
Tenaza del isópodo.

Hemos visto ya más arriba el modo en que aún el briozoo detritófago *Beania erecta* logra capturar animales pequeños de su ambiente por medio de arvicularias, cuya acción recuerda de cerca a las pinzas de los crustáceos.

Las trompas, de agudo estilete, en los nemertinos, la dentadura de los ágiles peces, y el estómago evaginable de *Odontaster* completan, finalmente, la variedad de los mecanismos diferentes que llevan la muerte violenta al ambiente que analizamos. Pero, a despecho de la existencia de formas carnívoras en el bosque de *Macrocystis*, llama notablemente la atención, la ausencia de sistemas de protección mimética, tan extraordinariamente abundantes en las comunidades de vida homologables de otros mares. Basta levantar de su lecho marino una piedra vegetada por alga en las costas centrales de nuestro país, para despejar la maravilla de decenas y cientos de seres diferentemente estructurados, y todos, cual más, cual menos, sincronizados al aspecto físico de su ambiente, ya en colores, ya en

formas, ya por cubiertas mimetizantes de algas o esponjas. En horizontes antárticos, en cambio, falta esa íntima correspondencia, producto de mutaciones creadoras y selecciones sucesivas, entre la apariencia del ser y su ambiente, falta también, por cierto, la portentosa variedad de planes estructurales distintos que se conglomeran estrechamente en otros océanos.

Creemos ahora poder relacionar la ausencia de mecanismos de protección mimética con aquella pobreza en tipos morfológicos diferentes. La competencia cruel en la lucha por la vida se ve, necesariamente, muy reducida, en el conjunto de seres sur-polares, abundantes en individuos, pero escasos en especies. Estamos autorizados para ver, entonces, en esta pobreza de formas diferentes, la causal que ha dado lugar a esa carencia de dispositivos protectores especiales, innecesarios bajo tales condiciones.

E.— Vida en fango y arenas.

En lento deslizar avanzan hacia el océano los muros agrietados de los glaciares. Ante sus masas cede el terreno en grietas, y en pedruzcos se descuaja la roca. La mole inmensa del gigante reduce a fino grano las piedras y guijarros. Sus aguas de deshielo, finalmente, arrastran el polvo labrado al mar. La ola lo lleva aquí al vaivén de sus juegos, océano afuera, en un viaje cuya extensión y meta dependen del tamaño de cada uno de los granitos de arena que forjara el glacial. Los trozos más pesados caerán al fondo de las aguas en plena zona de oleaje, oponiendo la resistencia de su volumen a la marea. Aquellos otros de mediano calibre, en cambio, ya recorrerán mayores distancias, para depositarse en zonas de aguas tranquilas, en tanto que, al fin, las partículas más finas, impalpables, recién encuentran descan-

so allí donde el mar calmo y tranquilo no logra remover con sus corrientes los lechos del fondo.

Sobre y entre la arenusca inorgánica se deposita todavía el aporte del detritus orgánico animal y vegetal, abonando el ambiente para una flora y fauna específicas.

Podemos reconocer, entonces, varias zonas, diferentes en sus cualidades físicas y químicas, en los fondos marinos cubiertos por granos de arenas y partículas de detritus, que alcanzan desde la región ribereña, azotada por las aguas, y provista de gruesos trozos inorgánicos, hasta el reino del fango orgánico, profundo y tranquilo. Ambos extremos resultan igualmente perniciosos a los seres vivientes.

Allí donde las capas del substrato son removidas de continuo, y todo aporte cadavérico fertilizante es arrastrado, no logra asentar sus raíces ni aún la más resistente vegetación de algas. En los fondos inmóviles y obscuros, en cambio, los depósitos del barro orgánico, acechan a la vida otros peligros, no menos temibles, en la agigantada putrefacción, cuyos productos sulfurosos (H^2S), también llevan la muerte a la inmensa mayoría de los pobladores del mar.

Ausencia de vegetación.

Las regiones intermedias entre ambos extremos reunen las condiciones más favorables para la existencia de organismos. Sin embargo, resalta en el área antártica un notable carácter específico: la ausencia de toda vegetación sobre estos fondos. En otros océanos recubre un verde tapiz de *Zostera, Posidonia* o *Cymodocea,* las arenas situadas inmediatamente por debajo de la acción removedora del oleaje. Tales praderas, tan ricas en vida, no pueden prosperar en la dura naturaleza de las aguas sur-polares por la falta de luz, cuyas ondas, estrechamente ligadas a la existencia de esos vegetales, no

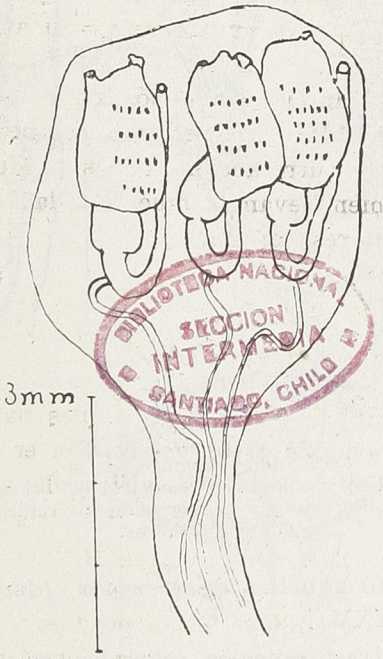
alcanzan a penetrar aquí más allá del sector afectado por las marejadas.

En la región eufótica no se permite, entonces, el establecimiento de una vegetación sobre las arenas por causas mecánicas, y allí donde ya estas influencias destructoras no se hacen sentir, ya comienza el reinado de la zona afótica, donde tampoco pueden prosperar las plantas.

El fango y las arenas antárticas pertenecen, en consecuencia, a los animales, que se despliegan ya sobre, ya bajo la superficie, en inmenso y variado tropel.

Modos de implantación de la fauna.

Las formas sedentarias, que asientan en este am-



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

FIG. 88.—*Colella* sp.
Esquema de la cabeza de la colonia de esta ascidia pedunculada.

biente, tienden todas a elevarse en lo posible sobre el blando substrato, implantando sus cuerpecillos en largos pedúnculos, como la ascidia colonial *Colella* (fig. 88), y aún los briozoos, cuyos individuos se agrupan en delicados arbustos de bizarra configuración, que afectan la forma de bandeletas. Tal es el caso del blanco *Himantozoum,* (fig. 89), y de redondas ramas, más o menos

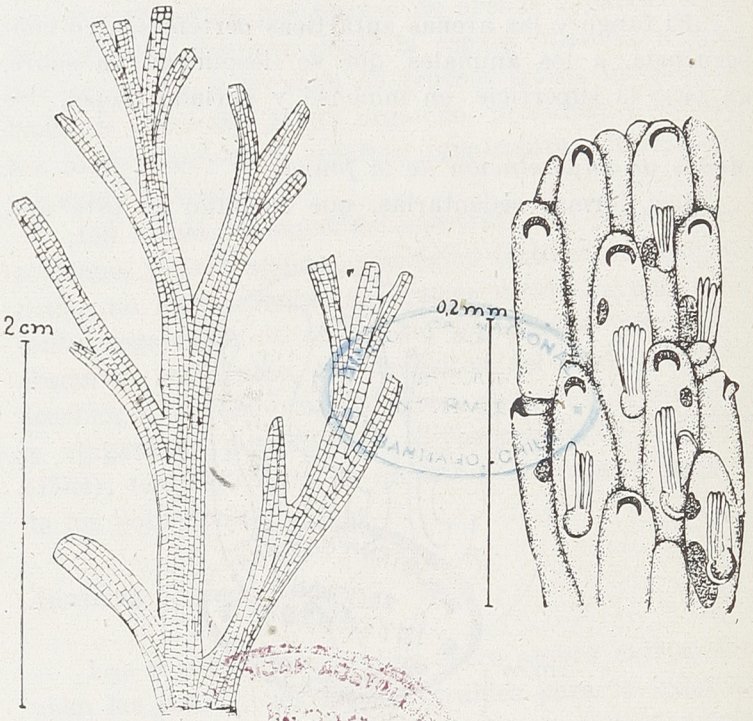
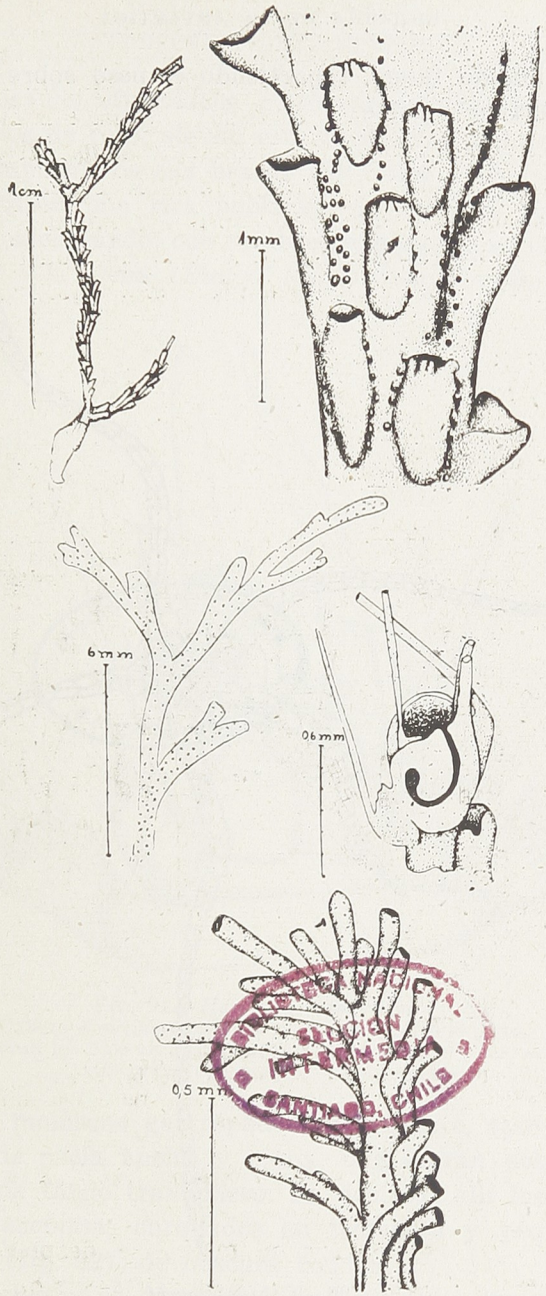


FIG. 89.—*Himantozoum* sp.
Izquierda: colonia en bandeleta del briozoo.
Derecha: algunos individuos a mayor aumento, replegados al interior de sus cámaras.

regulares, como aquellas de *Menipea, Idmonea* y *Caberea,* (lám. XXXV).

Muchas otras especies animales se desplazan, en cambio, deambulando sobre el fondo, a favor de miembros alargados, que logran sostener los cuerpos aún en



LÁM. XXXV.—Colonias de briozoos.
Arriba: *Menipea* sp.
Al centro: *Caberea* sp.
Abajo: *Idmonea* sp.

el más blando fango, repartiendo el peso sobre la mayor superficie posible.

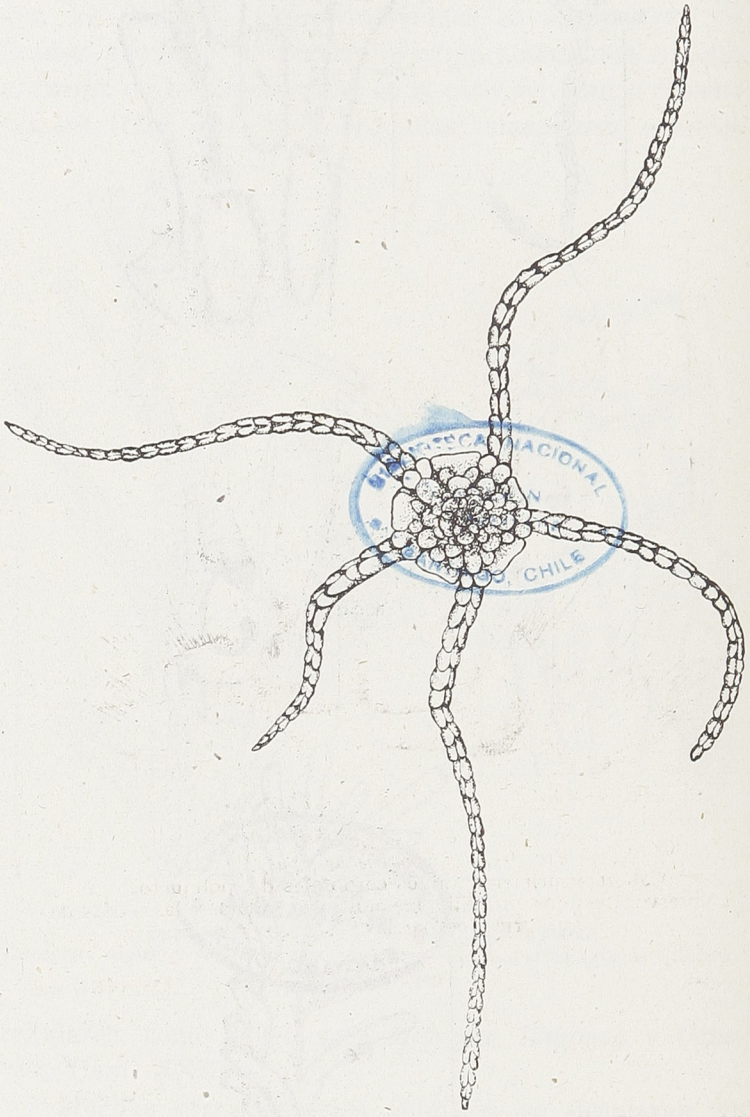


FIG. 90.—*Ophiura rouchi*.
Ofiuroídeo vivíparo.

Delicados ofiuroídeos (*Ophiura rouchi*), vivamente coloreados de rojo, siguen esta modalidad, reptando con ágiles impulsos de sus brazos filiformes (fig. 90).

También una rica población de anélidos poliquetos recorre culebreando, con sus breves parapodios (fig. 91), el fango y la arena (*Eunoe, Harmothoe, Nereis,* etc.).

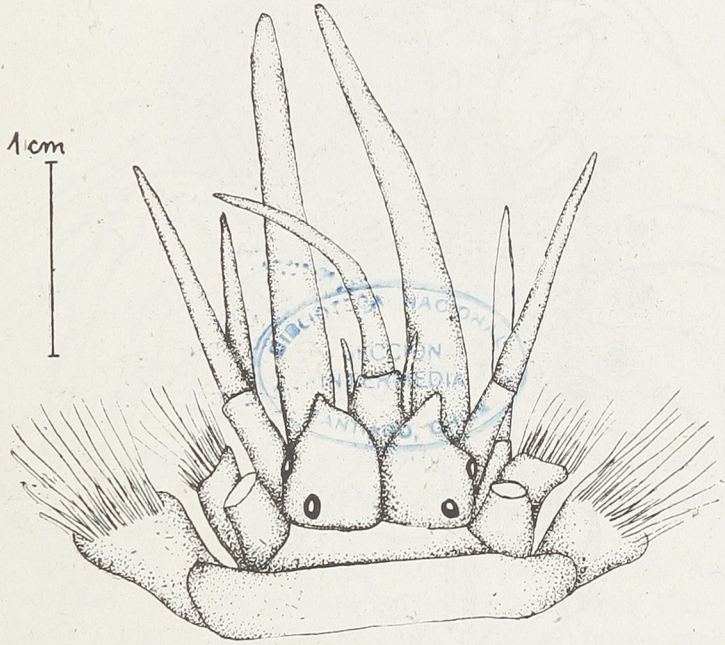
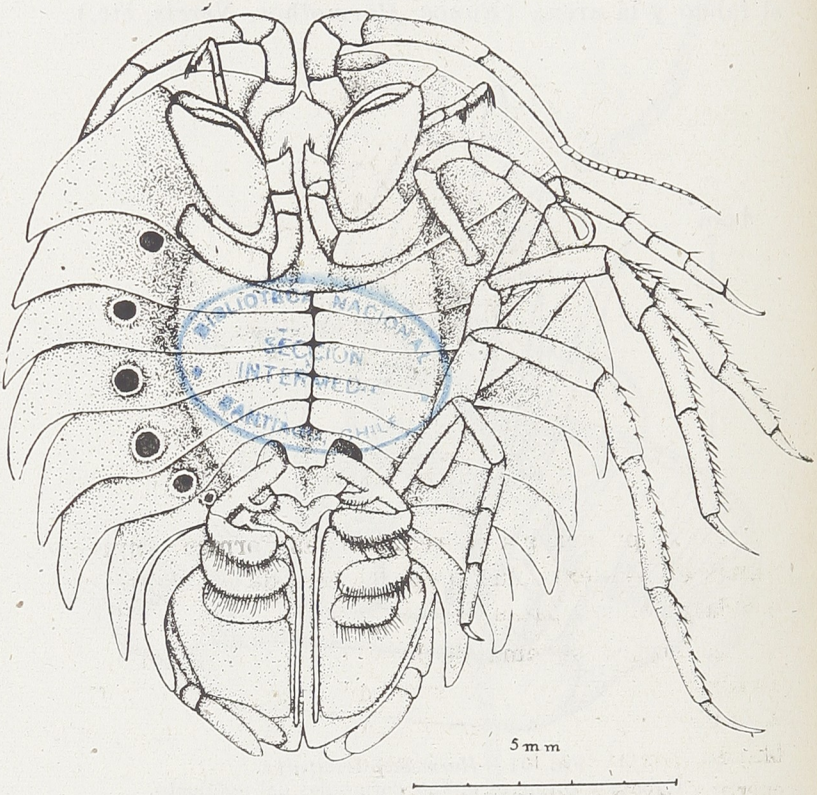


FIG. 91.—*Harmothoë brevipalpa.*
Cabeza y primeros anillos corporales del poliqueto.
Se observan los ojos en anillo, las múltiples antenas y las cerdas de sus primeros pares de parapodios.

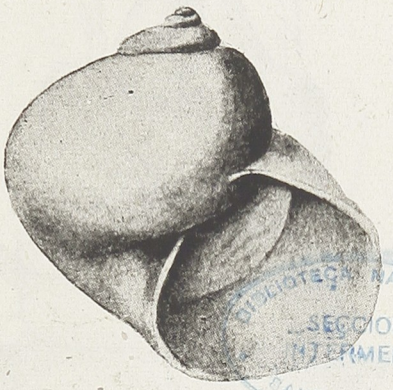
Los moluscos gastrópodos, igualmente, aportan especies, de suela ancha y plana, que logran sostenerse sobre este fondo traicionero. Se deslizan allí los carnívoros *Buccinum,* enrollados en trompeta y pequeñitas *Rissoas* (fig. 92), de obscura concha.

Enorme es la diversidad de las artrópodos que han logrado adaptarse específicamente al ambiente analiza-



LÁM. XXXVI.—*Serolis* sp.
Cara ventral.

do. En tanto que un elevado número de ellos corre sobre el fondo, sin elevarse, por lo general, a las aguas circundantes, buscan solamente un apoyo pasajero en él otras muchas especies buenas nadadoras.



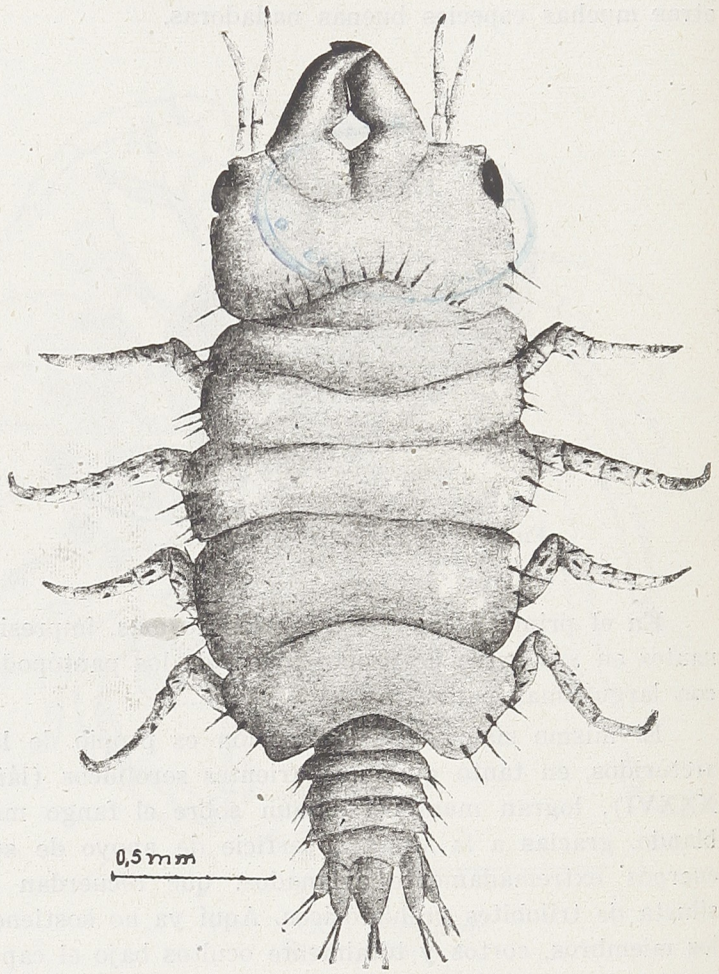
BIBLIOTECA NACIONAL SECCION MATERIA MEDIA SANTIAGO, CHILE

FIG. 92.—*Rissoa* sp. aumento: 10×. (Del. S. M. de Pfeil).

En el primer grupo resaltan las formas, impresionantes en sus extrañas proporciones, de los pantópodos con larguísimas patas.

El mismo sistema de locomoción es propio de los arctúridos, en tanto que sus parientes serolídeos (lám. XXXVI), logran mantenerse, aún sobre el fango más blando, gracias a la vasta superficie de apoyo de sus cuerpos extremadamente aplanados, que recuerdan la silueta de trilobites prehistóricos. Aquí ya no sostienen los miembros, cortos y totalmente ocultos bajo el caparazón, al organismo, movilizándolo solamente en el terreno.

El armado *Anceus* (lám. XXXVII), también recorre la superficie de este ambiente, lado a lado con bizarros y pequeñitos tanáidos de inmensas tenazas (*Nototanais antarcticus,* Hodgson), (fig. 93).



LÁM. XXXVII.—*Anceus* sp.

Aquellas especies que se posan ahora sólo momentáneamente en las arenas antárticas, al descansar de su navegación por el agua, corresponden todas a crustáceos anfípodos. La *Eurymera* (*E. monticulosa*, Pfeffer), (lám. XXXVIII), de caparazón tuberculado, ocurre aquí

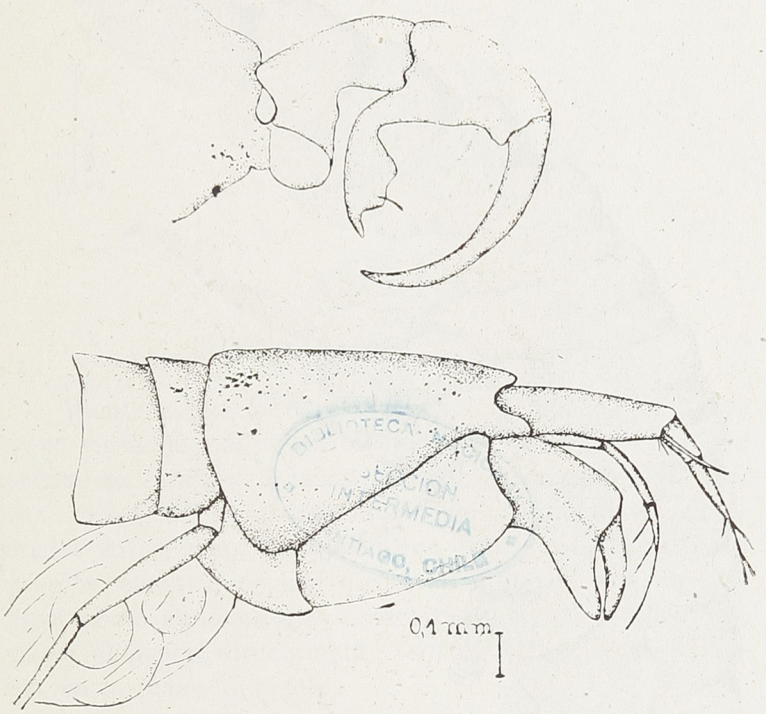
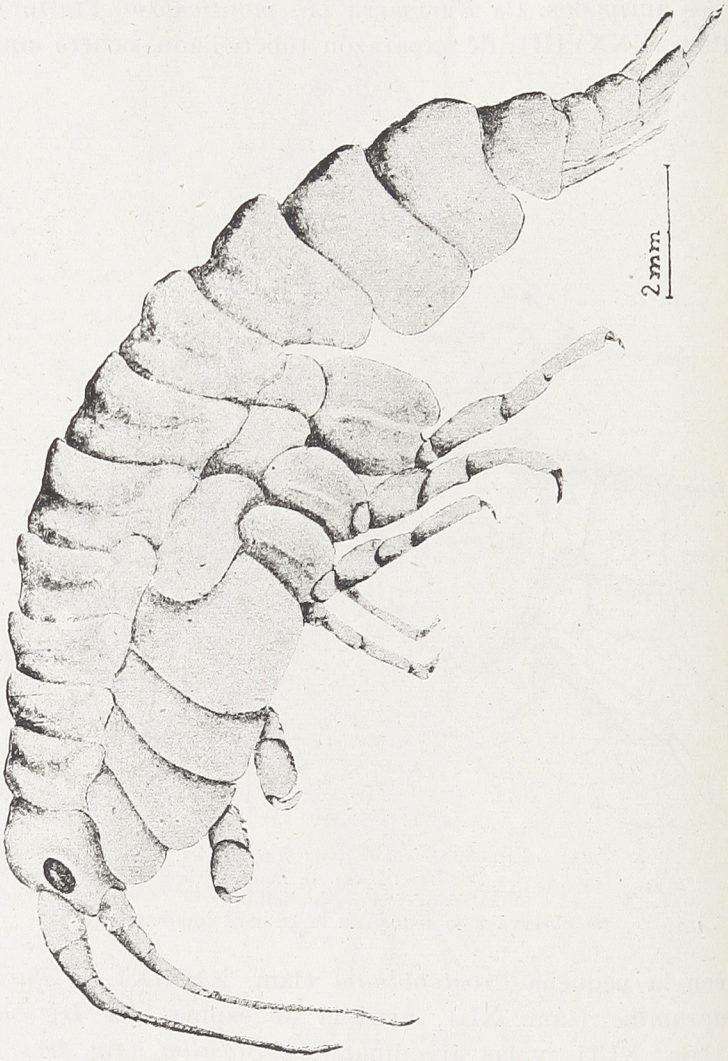


FIG. 93.—*Notothanais antarcticus*.
Arriba: tenaza de macho.
Abajo: cabeza de hembra.
Se observa a la izquierda la cámara incubatriz.

con la pequeña *Prostebbingia* (lám. XXXIX), la *Paradexamine* (lám. XL), armada de espinas, la *Djerboa* (lám. XLI), y las areodinámicas *Bovallia* (fig. 94), y *Pontogeneiella* (lám. XLII). Todos estos anfípodos revelan en su estructuración propiedades intermedias entre los caracteres típicos a formas nadadoras y aquellas



LÁM. XXXVIII.—*Eurymera monticulosa*.
(Del. S. M. de Pleid).

otras propias de seres exclusivamente bentónicos. Ya en otra parte hemos analizado algunas de sus cualidades orgánicas, que indican el grado de adaptación de cada especie a la vida pelágica (pág. 142).

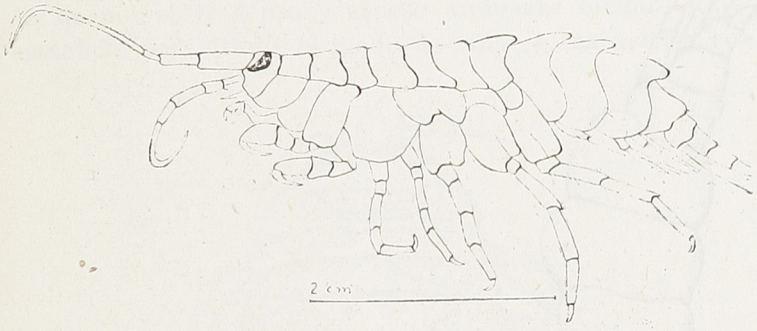
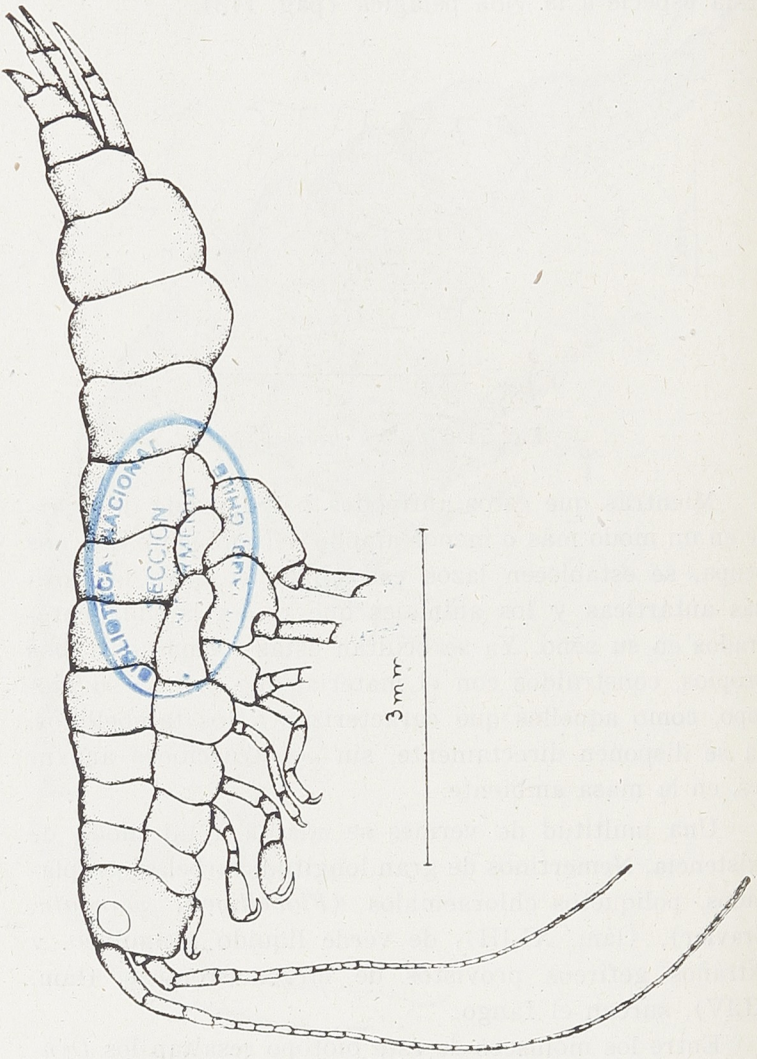


FIG. 94.—*Bovallia gigantea.*

Mientras que estos anfípodos han logrado desligarse en un modo más o menos amplio del ambiente que nos ocupa, se establecen lazos estrechísimos entre las arenas antárticas y los animales que pasan la vida enterrados en su seno. Ya se ocultan estas formas en tubos propios, construídos con el material que brinda su biotopo, como aquellos que caracterizan a los terebéllidos, ya se disponen directamente, sin construcciones aislantes, en la masa ambiente.

Una multitud de vermes se adapta a tal modo de existencia. Nemertinos de gran longitud, turbelarios aplanados, poliquetos chloraémidos (*Flabelligera mundata,* Gravier), (lám. XLIII), de verde líquido sanguíneo, y extraños gefíreos provistos de largas trompas (lám. XLIV), surcan el fango.

Entre los moluscos de este biotopo resaltan los *Dentalium,* de estampa prehistórica, y una serie de lamelibranquios (*Saxicava,* etc.), en cuyas conchas delgadísimas, lisas y planas, se revelan caracteres particularmen-



LÁM. XXXIX.—*Prostebbingia* sp.

te útiles a la vida en un habitat fangoso. Por una parte, facilitan sus paredes aplanadas y desprovistas de esculturas, el paso a través del medio, y, por otra, resulta evidente que la cubierta calcárea puede reducir aquí impunemente su grosor al contar con la protección que brinda ya de por si el denso y espeso ambiente mismo. Relacionando, por último, el modo de vida en las arenas con

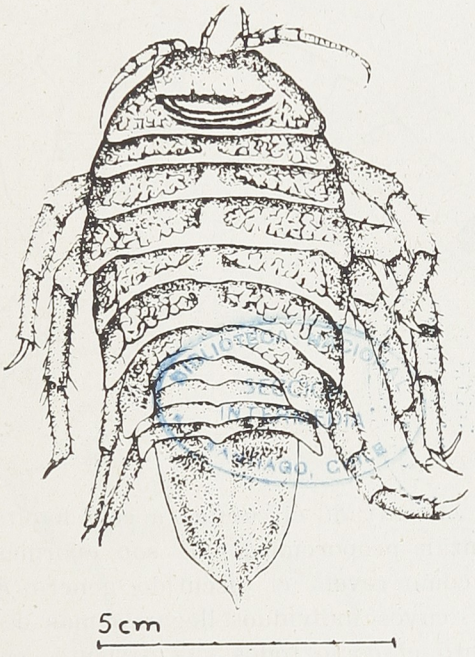


FIG. 95.—*Glyptonotus antarcticus.*
Isópodo gigante del fango antártico.

la estructura de estos lamelibranquios, hallaremos también la utilidad de sus grandes y carnosos pies, desprovistos de glándulas de byssus y adaptados, en consecuencia, a la deambulación por un medio denso en cuyo seno no se presenta ni la necesidad, ni aún la oportunidad de afianzar temporalmente al cuerpo con filamentos de byssus en alguna superficie firme y dura.

También los crustáceos aportan una numerosa población de seres al ambiente que consideramos. El gigantesco isópodo *Glyptonotus antarcticus,* Eights, (fig. 95), oculta aquí sus formas prehistóricas en el fangoso limo. Pequeños y blancos cumáceos lo acompañan (*Eudorella, Cyclaspis, Campylaspis*). Asimismo los anfípodos (*Waldeckia, Orchomenella,* (fig. 96), *Eurythenes,*

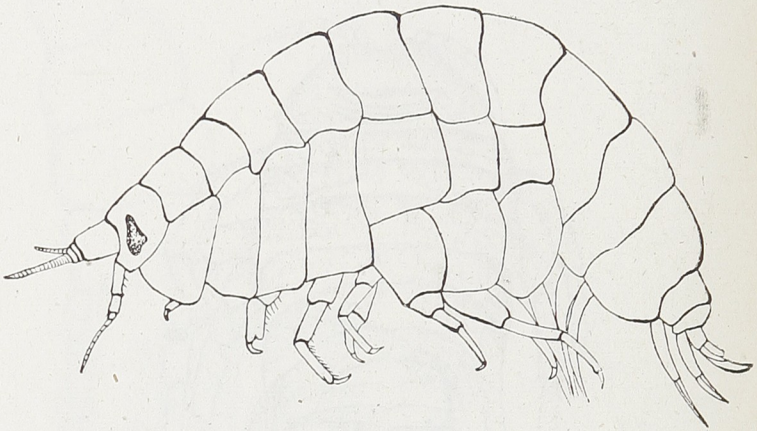


FIG. 96.—*Orchomenella macronyx.*

etc.), han encontrado el camino a este habitat, en cuyo seno alcanzan proporciones que son enormes aún para su clase, como revela el discutido género *Eurythenes,* (fig. 102), cuyos individuos llegan a más de 10 cm. de largo. Tanto él como todos sus parientes cuentan aquí con planchas torácicas particularmente amplias, que protegen y recubren, por una parte, órganos delicados, evitando su invasión por fango, y dan, por otra, una forma de cuña a los cuerpecitos, que logran avanzar de este modo con mayor facilidad en su locomoción cavadora.

Al lado de la ascidia colonial y pedunculada, *Colella,* (fig. 88), implantada sobre el fango, ocurre, enterrada en el seno de este habitat, una forma solitaria,



LÁM. XL.—*Paradexamine fissicauda*.
(Del. S. M. de Pfeil).

Molgula, (fig. 97), que asienta la ancha base pedal, de preferencia, en restos orgánicos duros, cual caparazones y conchas, sumidos con ella en las capas superficiales del ambiente, por sobre el cual emerge únicamente su amplio sifón de ingestión.

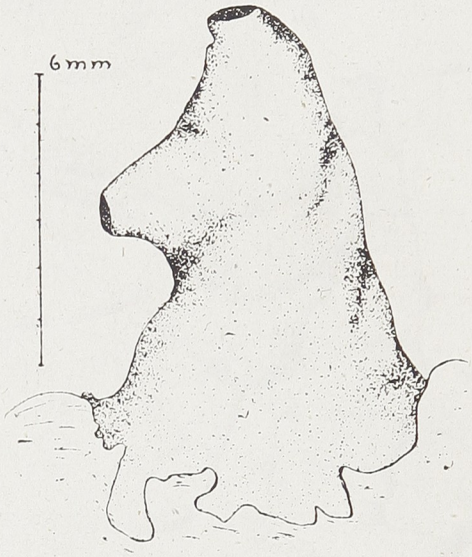


FIG. 97.—*Molgula* sp.
Ascidia solitaria del fango antártico.

Finalmente, se albergan todavía, en fango y arenas antárticas, pequeños peces bentónicos que acechan desde aquí, invisibles a las víctimas, el paso de sus presas.

Alimentación.

Hemos así pasado revista a los seres que caracterizan al vivir en fangos y arenas sur-polares, estableciendo su ordenación en localidades diferentes, ya sobre, ya bajo la superficie de este ambiente, y haciendo resaltar las adaptaciones específicas que enlazan habitat y pobladores. Una relación estrecha se revela ahora, también, entre este biotopo y las actividades metabólicas,

tanto digestivas como respiratorias, de su fauna. Analicémoslas.

El modo más sencillo de alimentación se nos presenta en aquellos animales que ingieren simplemente el fango y la arena de su medio, para separar, ulteriormente, y ya en su tubo digestivo, los elementos digeribles, de esa masa. Tal mecanismo adoptan tanto las holoturias antárticas (*Parelpidia, Elpidiogone, Cucumaria, Psolus,* etc.), como el bizarro anélido poliqueto *Flabelligera mundata,* (lám. XLIII), y el resto de sus parientes chloraemidos.

Mayor perfección alcanzan aquellas formas que atraen partículas alimenticias del detritus a su cavidad de ingestión, por medio de corrientes centrípetas. Los briozoarios utilizan tal sistema con el juego de sus tentáculos ciliados (fig. 98). Los anélidos gefíreos (lám.

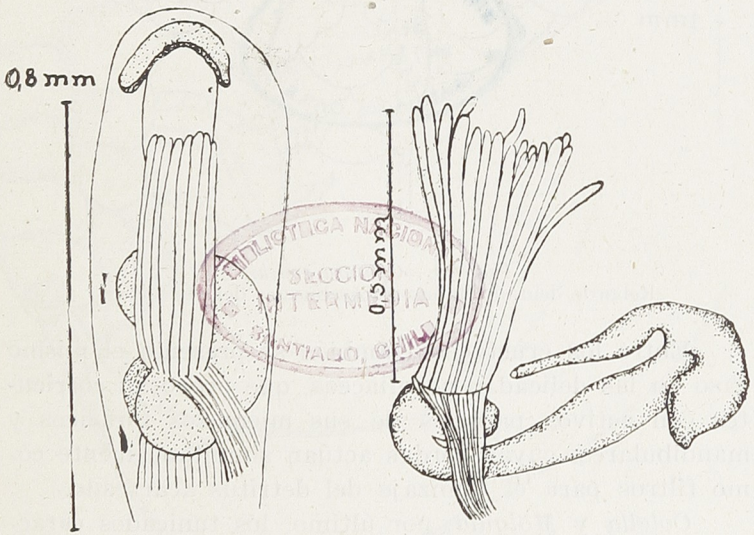


FIG. 98.—*Himantozoum* sp.
Izquierda: Individuo de la colonia de briozoo retraído en su cámara. Derecha: Ejemplar extraído de su celdilla. Se observa la corona de tentáculos bajo la cual se dispone el intestino anterior que se continúa en el estómago, al que sigue el intestino terminal. Bajo la corona de tentáculos se implanta el músculo retractor.

XLIV), adoptan mecanismos muy semejantes. Entre los lamelibranquios de este ambiente se generan, a su vez, corrientes de ingestión en la cubierta ciliar de sus branquias, chorros que son vehiculizados seguidamente por sifones bien desarrollados, que emergen a través de la barrera de las conchas por profundas hendiduras que les son propias.

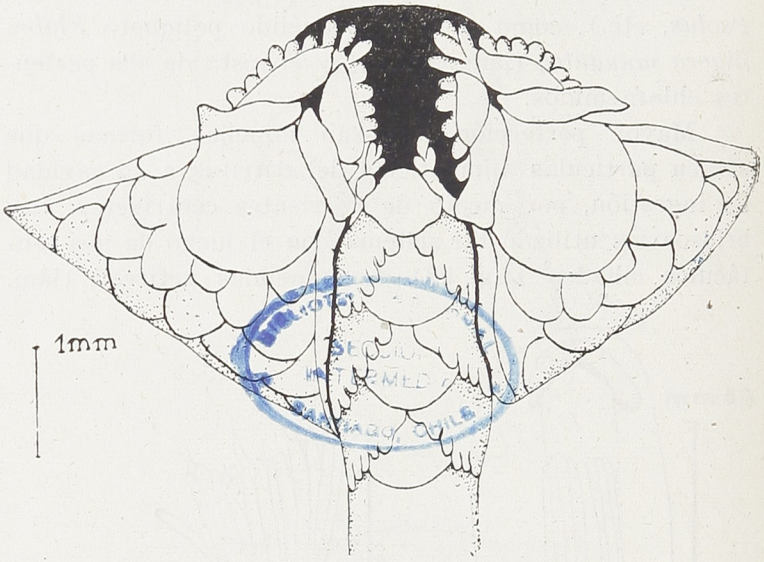
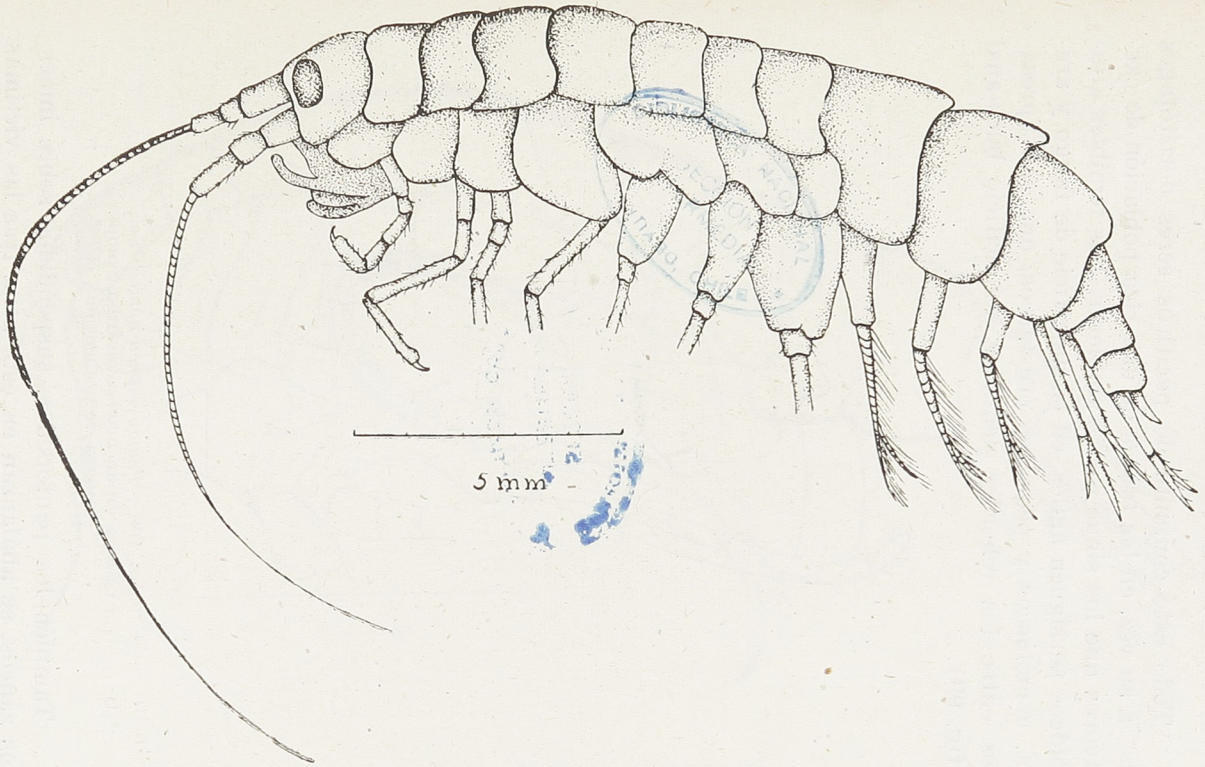


FIG. 99.—*Ophiura rouchi.*
Reborde dentado de las placas bucales del ofiuroídeo.

Entre los crustáceos también se presenta el mismo caso en las delicadas nebaliáceas, que provocan corrientes con activos pataleos de sus miembros torácicos y mandibulares, cuyas cerdas actúan simultáneamente como filtros para el tamizaje del detritus acarreado.

Colella y *Molgula,* por último, los tunicados característicos de fango y arenas, atraen las partículas de su alimento en medio de un chorro de ingestión producido en los elementos ciliares que recubren al amplio saco branquial.



LÁM. XLI.—*Djerboa furcipes.*

Todo este conjunto de pacíficos seres detritófagos cae, a su vez, en las fauces de una rica población de carnívoros que los sigue a este ambiente. Los temibles ofiuroídeos persiguen ágiles, en la superficie de fango y arena, a moluscos y pequeños crustáceos, que son apresados entre los rebordes dentados del orificio buco-anal (fig. 99).

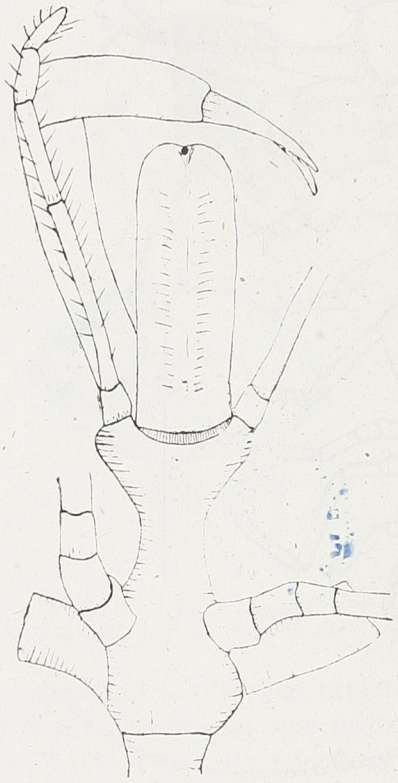
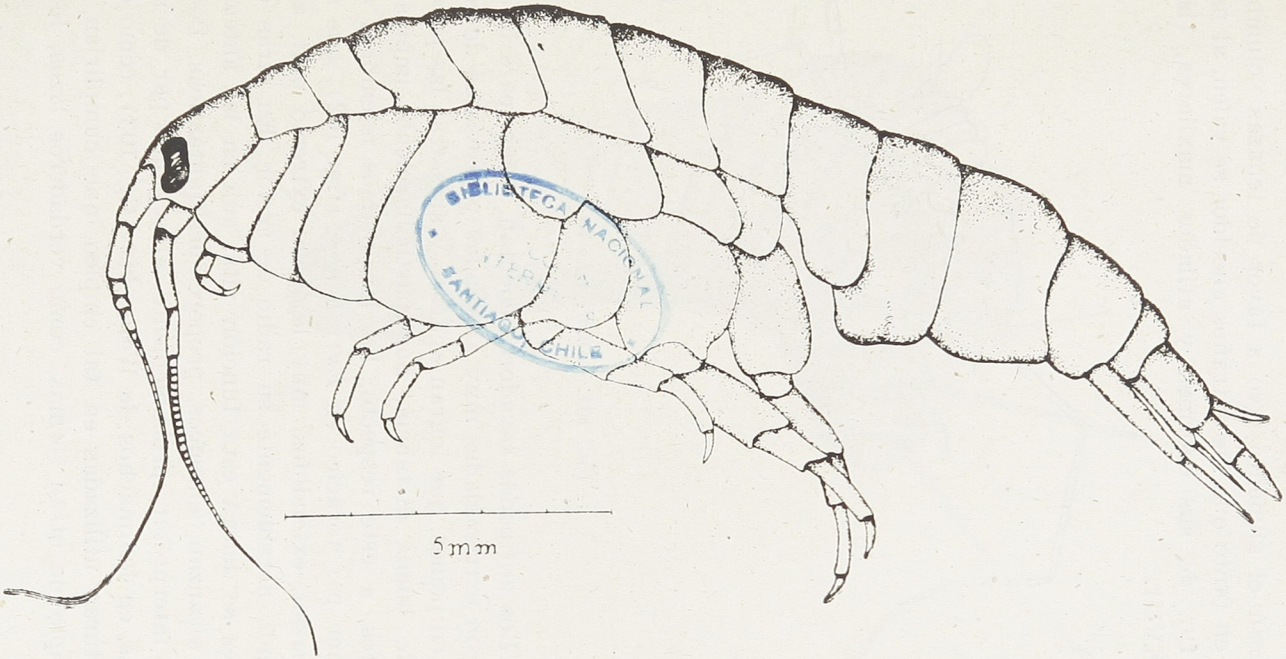


FIG. 100.—*Pentanymphon antarcticum*. Cabeza de un macho con larga trompa y pinza de prehensión.

También los pantópodos, suspendidos sobre inmensos zancos, se abalanzan en esta zona tras las víctimas, que mueren en su larga trompa de succión (fig. 100).

Tanaídeos y arctúridos (fig. 101), por su parte,



LÁM. XLII.—*Pontogeneiella longicornis.*

apresan el alimento vivo a favor de tenazas voluminosas, en tanto que los extraños anceidos se valen, al mismo fin, de sus enormes y afilados maxilares, (lám. XXXVII).

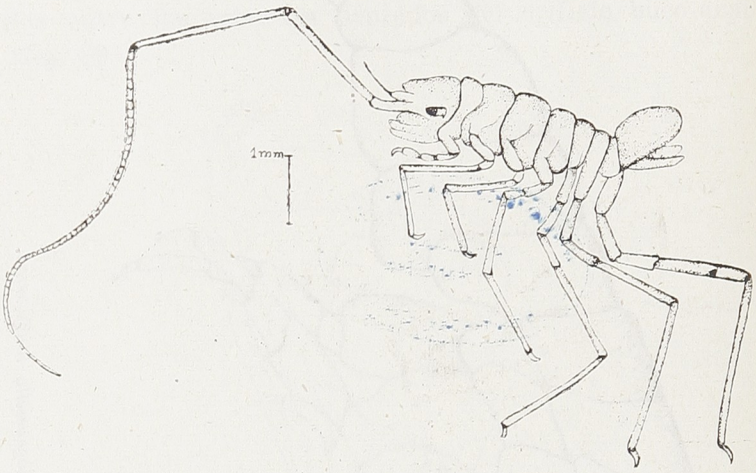
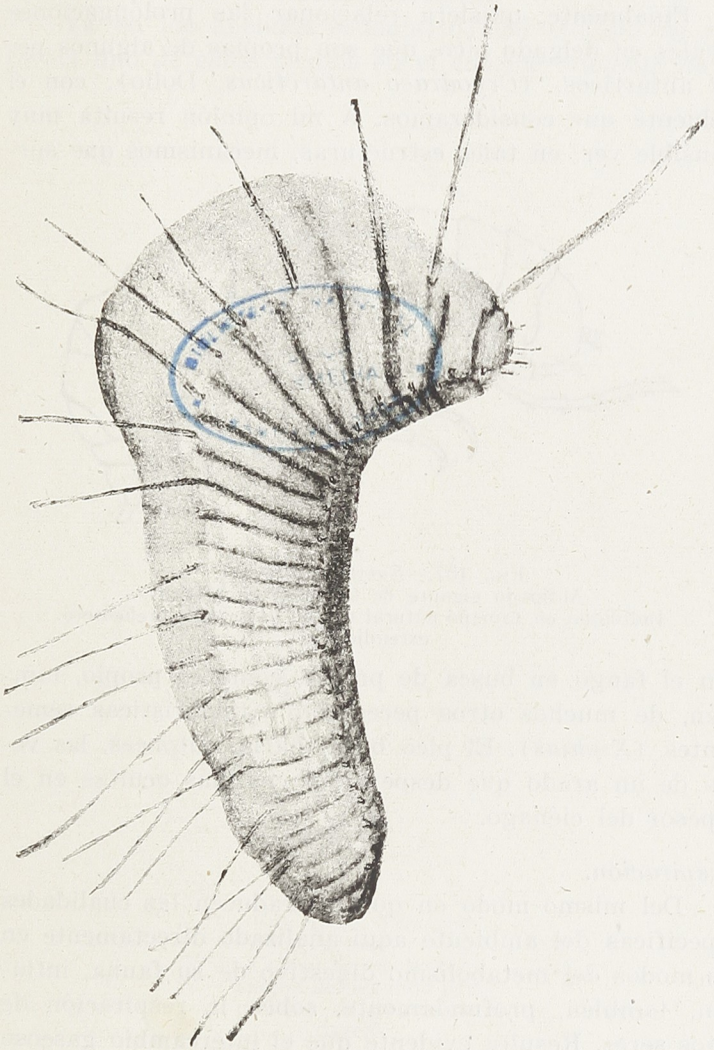


FIG. 101.—*Antarcturus* sp.

Los anfípodos cavadores cuentan, luego, para la caza, con extremidades muy alargadas y provistas de cerdas en peines, que logran agarrar y arrastrar las presas desde buena distancia. Son particularmente impresionantes, a este respecto, los larguísimos miembros del primer par torácico en *Eurythenes,* (fig. 102), que sobrepasan, extendidos, muy lejos, al extremo oral, ampliando notablemente su radio de acción. En otras especies se delega esta función vital aún en las antenas, que alcanzan, entonces, proporciones fantásticas. Podemos interpretar, probablemente, al segundo par de antenas, en los machos de *Waldeckia* (fig. 103), como estructuras utilizadas en tal empleo, que cumplirían, al ejemplo de otras formas, como verdaderos lazos, loca-



LÁM. XLIII.—*Flabelligera mundata*.
(Del. S. M. de Pfeil).

lizando, primero, y arrastrando, después, a las partículas alimenticias, o vivas o inanimadas.

Finalmente, quisiera relacionar las prolongaciones bucales en delgado pico, que son propias de algunos peces antárticos, (*Cryodraco antarcticus,* Dollo), con el ambiente que consideramos. A mi opinión resulta muy plausible ver, en tales estructuras, mecanismos que sur-

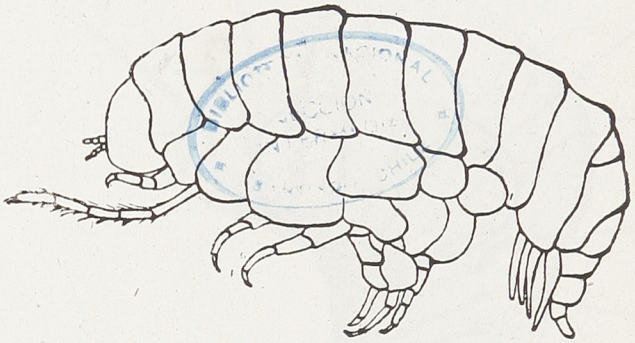


FIG. 102.—*Eurythenes gryllus.*
Anfípodo gigante de las arenas antárticas.
Individuo en tamaño natural con su larga pata prehensora extendida.

can el fango en busca de presas, como es propio, también, de muchos otros peces con características semejantes (*Xiphias*). El pico bucal haría, entonces, las veces de un arado que despeja las víctimas ocultas en el espesor del ciénago.

Respiración.

Del mismo modo en que se traducen las cualidades específicas del ambiente aquí analizado directamente en los modos del metabolismo digestivo de su fauna, influyen, también, profundamente, sobre la respiración de estos seres. Resulta evidente que el intercambio gaseoso se hace difícil en el seno de fangos y arenas. Mecanismos específicos deben haber capacitado, entonces, a la fauna correspondiente, para esta tarea. Conozcamos,

pues, los dispositivos respectivos que han nacido por obra del proceso mutación-selección.

Ya en los anélidos sedentarios del biotopo se nos revela uno de estos medios en el enorme aumento de la

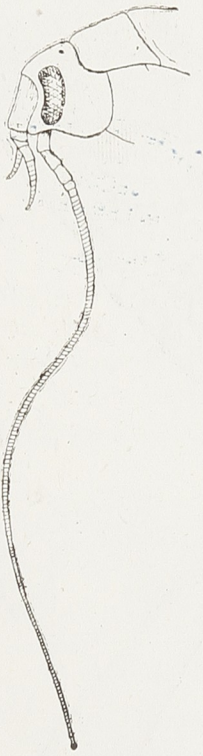
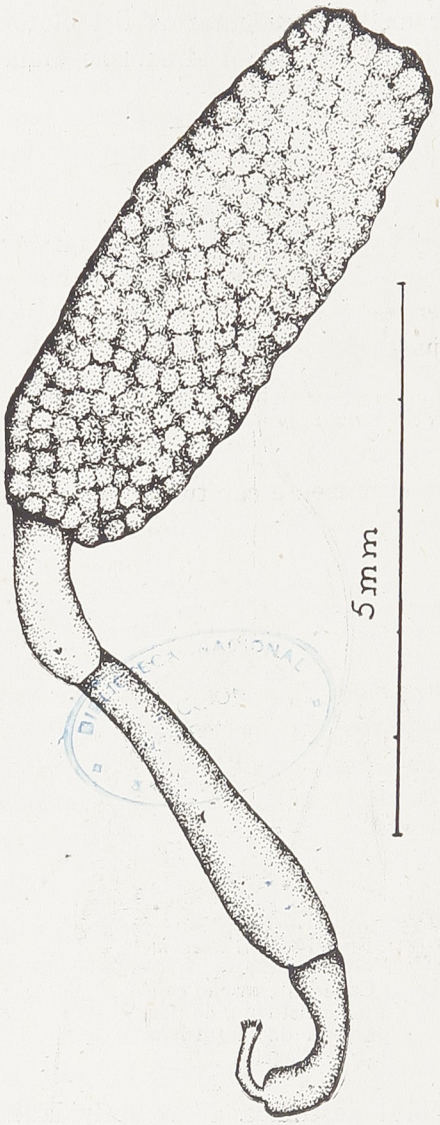


FIG. 103.—*Waldeckia obesa*.
Cabeza de macho con antena del segundo par provista de larguísimo flagelo.

superficie corporal destinada a las actividades respiratorias. La vasta corona de tentáculos, y, en ocasiones, también, las branquias arborescentes, se encargan aquí del intercambio de gases.



LÁM. XLIV.—Gefireo del fango antártico, con trompa evaginada.

Otros seres se valen de activas y continuas corrientes de agua, que generan, ya con cilios, ya con sus extremidades, para lograr un aporte constante de nuevas masas de oxígeno. Es éste el caso de ascidias, *Nebalia* y lamelibranquios.

Sistemas muy diferentes se aplican en los anfípodos cavadores del fango, que protegen por extensas planchas sus zonas branquiales torácicas, estructurando con ellas una verdadera cámara respiratoria (lám. XLV), perfectamente aislada del limo ambiental, y en cuyo lumen fluyen de continuo corrientes de agua impulsadas por el juego de las patitas abdominales.

Aspectos diversos del biotopo.

Para finalizar el presente capítulo, nos resta señalar el hecho de que la fauna de este ambiente no se distribuye en un modo completamente uniforme. Es posible

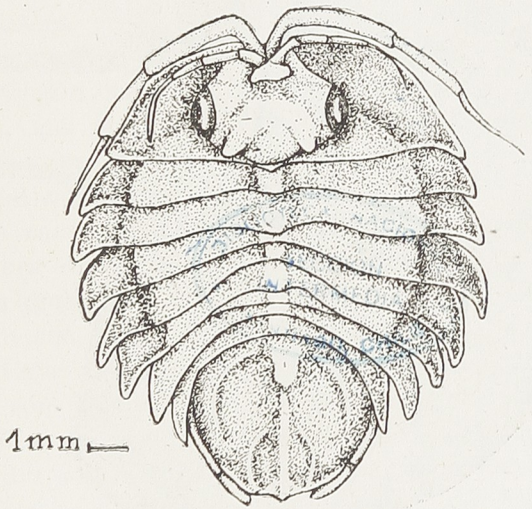
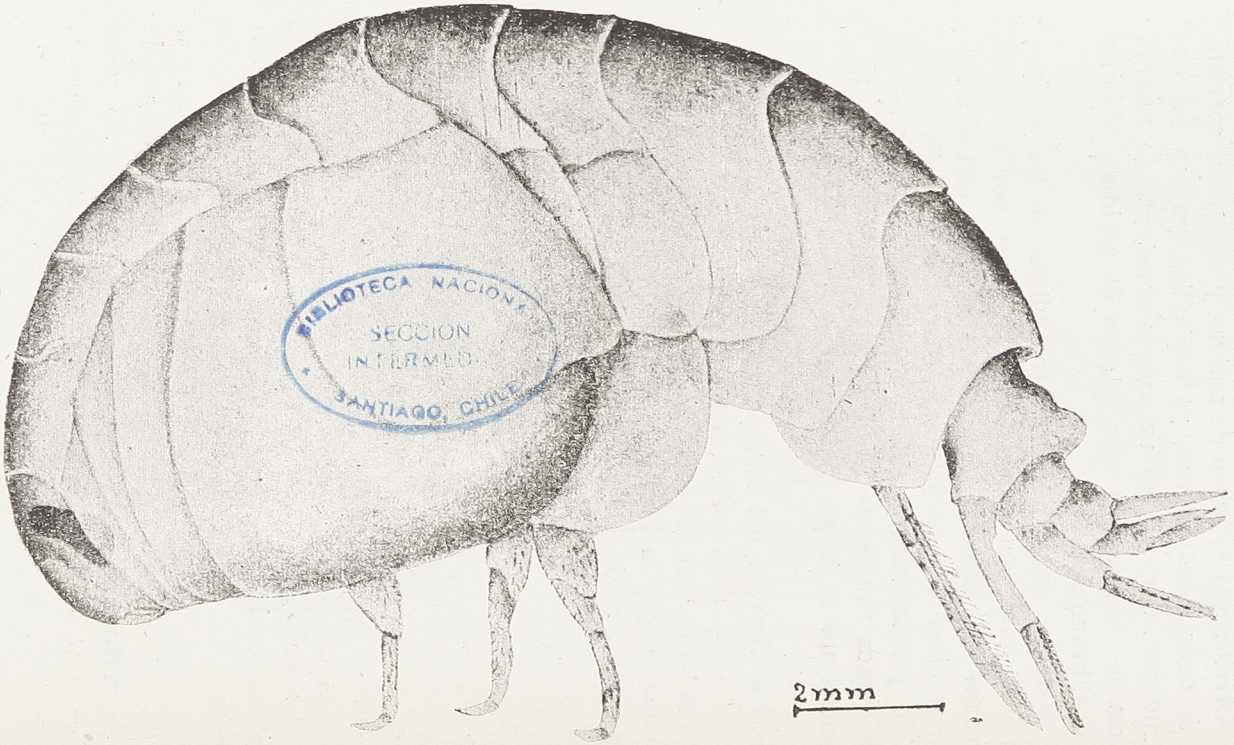


FIG. 104.—*Serolis* sp.
Aplanado isópodo de las arenas antárticas en vista dorsal.



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMED.
SANTIAGO, CHILE

LÁM. XLV.—*Waldeckia obesa*.
(Del. S. M. de Pfeil).

reconocer "aspectos" caracterizados por la predominancia de una u otra especie particular. Así, hemos hallado sectores cubiertos por decenas de miles de ofiuroídeos y otras, en cambio, en que reinaban los achatados seróli-dos (fig. 104).

Trabajos ulteriores habrán de esclarecer, en el futuro, la calidad y extensión de estos diversos aspectos netamente definidos en el habitat general de fangos y arenas antárticas. Con el tiempo, será posible dar a conocer, entonces, las comunidades de vidas diferentes, integradas por especies propias, que se establecen en este biotopo.

F.— Vida sobre las esponjas antárticas

Esponjas pequeñitas cubren, lado a lado con gigantescas especies, en cantidades fabulosas, los fondos marinos del océano antártico. Gentiles oscilaciones, apenas apreciables, de los orificios de ingestión y de los ósculos, dan testimonio de su existencia como seres animados. Ningún otro movimiento interrumpe la fijeza de sus líneas, que representan ya delicadas copas, ya globos enormes, ya, por fin, bizarras e irregulares estructuras laberínticas.

A causa de las dificultades que opone la baja temperatura ambiente a la integración del calcio disuelto en las aguas para piezas esqueléticas (pág. 168), se construyen sus espículas esencialmente sobre la base de sílice. Estas finas trabéculas, que resisten a la putrefacción, son tejidas luego por el vaivén del agua en voluminosas madejas que se enredan de continuo en nuestras dragas de fondo, dando testimonio de las cantidades inconcebibles de esponjiarios que habitan estos mares.

A despecho de la naturaleza extremadamente pasiva

de aquellos seres, equivale cada uno de sus individuos a un verdadero jardín zoológico por la variedad de formas que pueblan sus tortuosas galerías, grietas y saculaciones. Animales vermiformes de todas filiaciones atraviesan allí los más finos intersticios a favor de sus cuer-



FIG. 105.—*Nereis kerguelensis.*

pecillos filiformes. En especial resaltan entre ellos los anélidos poliquetos *Nereis* (fig. 105), y finos nemátodos del género *Thoracostoma,* de ojos vivamente teñidos de rojo, sobre el fondo ocre de la cubierta quitinosa. También un extraño y primitivo isópodo, el parasellido *Desmosoma,* (fig. 106), cuenta con figura esbelta, que le hace posible penetrar aún en los más recónditos pasadizos de su huésped.

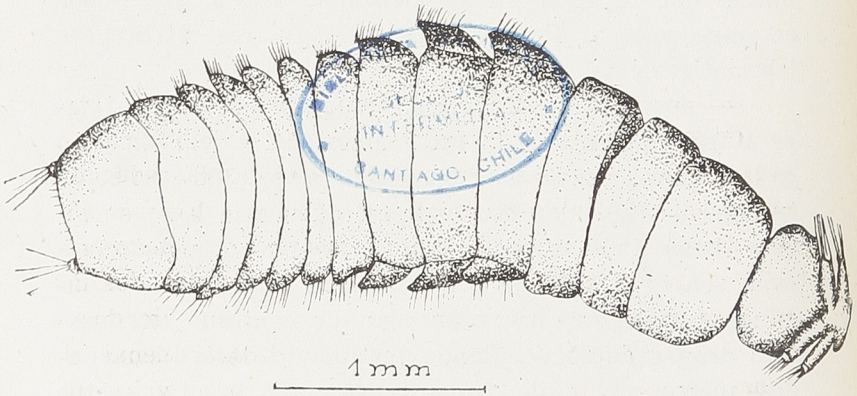


FIG. 106.—*Desmosoma* sp.
Isópodo alargado de las esponjas antárticas.

Alargamiento adaptativo del cuerpo.

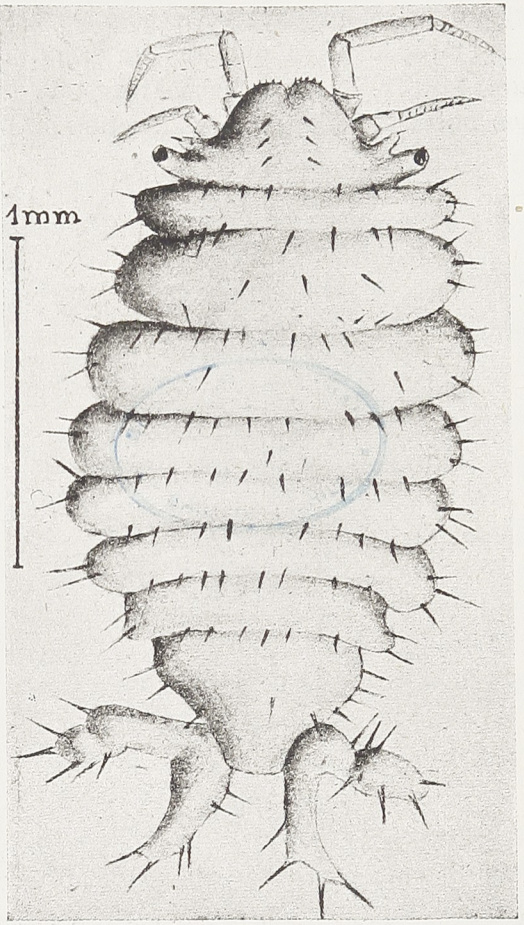
Pero no solamente aparecen cuerpos alargados en vermes y artrópodos, ya que aún un pequeño molusco, *Cerithium* (fig 107), de concha finamente labrada en arabescos notables, adopta tal estructura.



FIG. 107.—*Cerithium* sp. aumento = 8 ×. (Del. S. M. de Pfeil, del nat.).

Pequeñez corporal.

Al lado de este particular alargamiento resalta otro factor que facilita, también, la vida, en el ambiente tan especial del organismo esponjiario, cual es la reducción en el tamaño absoluto. Todos los seres que aquí se desplazan son pequeñitos. Los nemátodos (*Thoracostoma*), no sobrepasan el centímetro de largo, y los nereidos del esponjiario corresponden siempre a individuos inmaduros de escasa longitud. El gastrópodo *Cerithium* apenas alcanza unos dos milímetros de vértice a base, y los artrópodos del mismo biotopo se distinguen, igualmente, por la pequeñez de sus cuerpos. Así cuenta *Metopella*



LÁM. XLVI.—*Antias* sp. (Del. S. M. de Pfeil).

(fig. 108), el extraño anfípodo de amplias planchas torácicas, con una extensión de 3 a 4 milímetros, en tanto que los isópodos característicos, *Desmosoma, Antias,* (lám. XLVI), *Austrimunna,* (lám. XLVII) y *Antarcturus* (fig. 101), tampoco sobrepasan unos cuatro milímetros desde la extremidad caudal hasta el rostro.

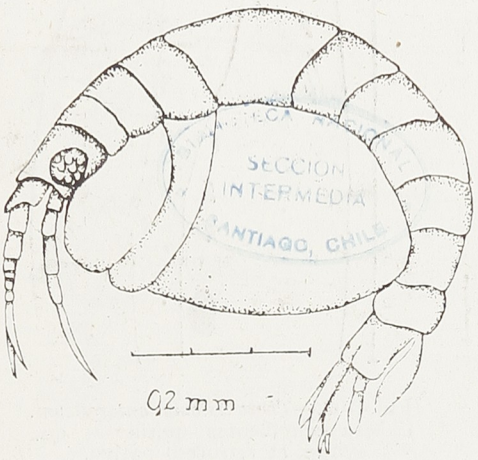


FIG. 108.—*Metopella* sp.
Anfípodo de enormes planchas torácicas de las esponjas antárticas.

Mecanismos de sujeción.

La sujeción sobre el organismo de la esponja se ve grandemente facilitada por las anfractuosidades del laberinto y se complementa en diversas especies habitantes, a través de espinas y garfios que se oponen, especialmente, por su dirección, al retroceso pasivo, en el interior de los canales del huésped. Ya en el nemátodo *Thoracostoma,* aparecen así pequeños dientecillos quitinosos de inclinación caudal (fig. 109), pálido reflejo de los amplios parapodios de *Nereis* y, ascendiendo en la escala evolutiva, las largas espinas que arman a los isópodos *Antias* y *Antarcturus,* donándoles una apariencia de extrema rareza.

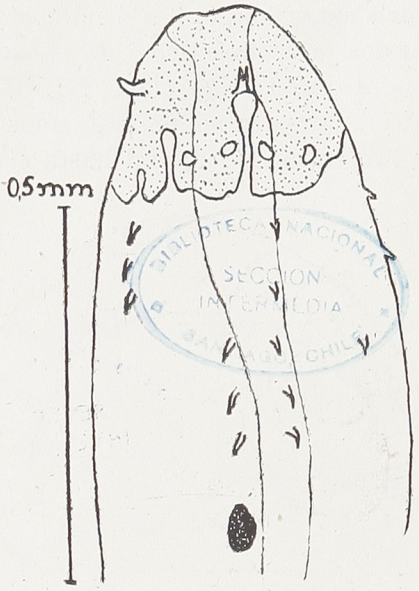
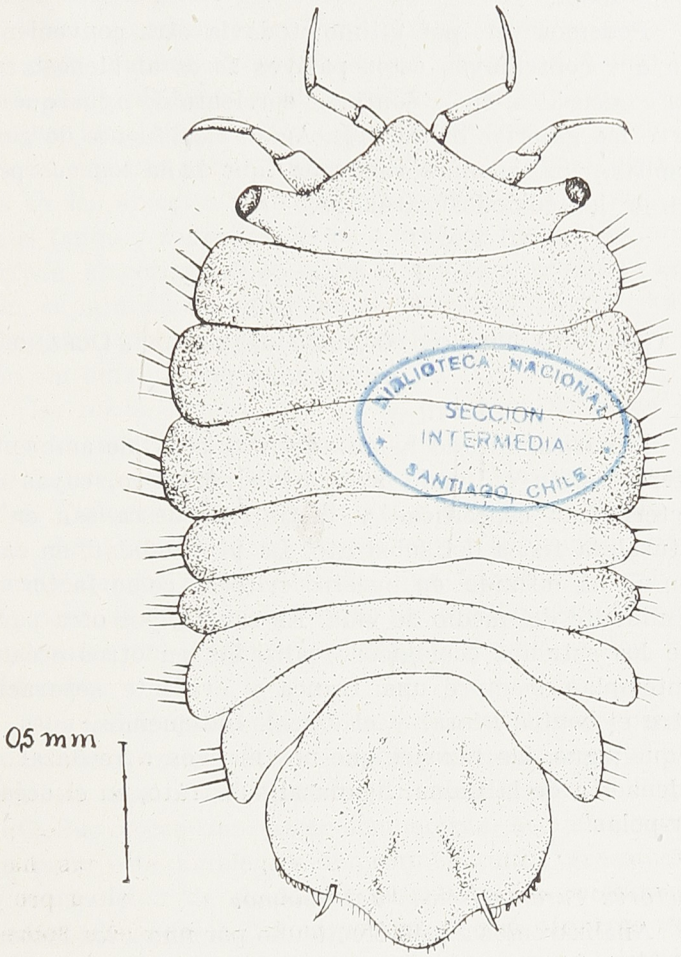


FIG. 109.—*Thoracostoma antarcticum.* Cabeza con dientes quitinosos que evitan el retroceso pasivo.

Metabolismo digestivo.

La esponja huésped, ahora, no solamente da a sus pobladores refugio seguro contra el embate de las aguas y el ataque de muchos enemigos, sino que, aún, les proporciona el alimento. Ciertas especies parásitas hacen presa directamente en la substancia viva de su protector, en tanto que la mayor parte se mantiene sobre el detritus orgánico de sus secciones ya muertas. Otro grupo de especies, en cambio, cobra su diezmo, en franco robo, de las partículas que ingiere la esponja misma en su chorro de prehensión centrípeto, mientras que, finalmente, atraen al gastrópodo *Cerithium,* con gran probabilidad, las algas, que también asientan en el organismo del esponjiario.



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

LÁM. XLVII.—*Austrimunna subtriangulata.*

Respiración.

Podemos ver, por último, todavía otra conveniencia con que contribuyen estos pasivos seres al bienestar de sus comensales, en la continua corriente de agua que recorre las galerías de su organismo, rica fuente de gases respiratorios, siempre renovada, que baña los cuerpecillos de los cómodos parásitos.

G.— Vida en los fondos abisales del Océano Antártico

Hemos analizado hasta aquí una serie de ambientes diferentes en el fondo submarino antártico, cuyas características específicas y distintivas descansan en la naturaleza física del substrato. La profundidad, en cambio, no ha influído en nuestro criterio, como factor determinante del medio de vida. Es sabido, por otra parte, que los estudios ecológicos realizados en otros océanos contemplan siempre una franca y evidente separación entre el bentos litoral y el abisal. Indiquemos, pues, en lo que sigue, las razones que nos mueven a rechazar tal ordenación de la fauna, ligada al substrato, en el océano sur-polar.

Factores característicos del abismo.

Analizaremos a este efecto uno por uno a los factores inherentes a los abismos marinos en su influencia sobre la población animal, estableciendo simultáneamente un parangón entre estas condiciones en las aguas antárticas y el resto de los mares.

Por una parte, resalta en las grandes profundidades una elevada presión, que aumenta, como es sabido, en una atmósfera por cada 10,07 metros de la columna de agua. A despecho de la enorme diferencia que distin-

gue en este aspecto a la zona superficial de la profunda, no debemos atribuirle una excesiva influencia biológica. Un gran número de seres ocurre en aguas antárticas desde el litoral hasta más de mil metros de profundidad. Resulta bien significativo, en este sentido, el hecho de que 23 especies entre 27 de anélidos poliquetos capturados en los abismos sur-polares, culebrean, a la vez, entre el fango y sobre las rocas, a escasos metros de la superficie. Experiencias en otros mares han resultado también, en la misma conclusión, al demostrar que seres abisales bien pueden soportar grandes diferencias de presión sin sufrir daño alguno.

La noche eterna, que reina por otra parte en los abismos, equivale, más bien, a un factor negativo, ya que la presencia de luz no impide la vida de seres abisales. Todavía debemos señalar, a este respecto, la escasa iluminación de las capas superficiales antárticas durante largos meses del año, que tiende a borrar, en esta zona, las diferencias entre las condiciones lumínicas imperantes en el primer estrato del agua y los más profundos.

Un tercer factor de la mayor trascendencia para la fauna abisal universal, lo constituye, luego, la baja temperatura, que se mantiene en los alrededores de 0 grado C. Sus voces de mando son, quizás, las más enérgicas para este ambiente, determinando, en gran parte, la composición de su fauna, estrictamente estenoterma y adaptada al frío. Tan importante condición, que establece una barrera insalvable en la inmensa mayoría de los océanos, no actúa en las aguas antárticas. Aquí pueden ascender las especies, que sólo logran existir a bajas temperaturas, hasta la misma superficie del mar, sin encontrar en su camino mayores variaciones térmicas. Desaparece, pues, así, para este sector del mar, una de las distinciones biológicamente importantes entre abismo y capa eufótica.

También la naturaleza del substrato contribuye a caracterizar el fondo del océano en las grandes profundidades. Ya aquí han desaparecido rocas y arenas, bajo espesa capa de detritus que cae en lluvia constante sobre su lecho, ocultando en uniforme y denso tapiz de fango los accidentes del terreno. Pero esta condición de valor selectivo indudable, tampoco se cumple de un modo estricto en el ambiente antártico, por la acción de la corriente con dirección septentrional, que desplaza aquí las masas abisales en un continuo viaje de sur a norte. Y esta corriente, cuyos mecanismos de origen hemos conocido en otra parte (pág. 110), es la que borra, en la Antártica, finalmente, también al último de los factores específicos del abismo en otros mares, cual es la inmovilidad de sus aguas.

La existencia de aquellos seres extraordinariamente delicados, que embellecen el ambiente abisal con castillos esqueléticos de fantástica complicación y finura, no es factible, entonces, en el medio de vida sur-polar, que habrá de destrozar de inmediato sus maravillas.

Ausencia de una zona abisal antártica.

Vemos, pues, que de seis factores abisales característicos, sólo dos perduran en los mares que rodean al continente sur-polar: la presión y la obscuridad. Ninguno de ellos cumple ahora un rol vital en la selección de los seres de profundidad. Como el resto de las condiciones distintivas entre este ambiente y las aguas superficiales se borran del todo en la Antártica, mal podemos esperar una fauna específica y propia en tales abismos.

Nuestras deducciones teoréticas encuentran ahora su comprobación perfecta en la realidad de la naturaleza de esta zona. Con escasas y despreciables excepciones, ascienden todas las formas abisales sur-polares hasta las capas superficiales. Cinco esponjas, cuatro poliquetos, una familia de equinoídeos, y algunas especies

de moluscos, hacen excepción a esta regla, cuya validez general no afectan.

Habremos de reconocer en este fenómeno, más adelante (pág. 291), al discutir los orígenes de la fauna antártica, uno de los factores básicos en el mecanismo de población de estas aguas.

Debemos tener presente, sin embargo, que el libre y fácil pasaje de los seres de profundidad a estratos superficiales, no encuentra un paralelo en el fenómeno inverso. A medida que descendemos por las aguas antárticas, encontraremos una fauna más y más reducida, también, de acuerdo con las condiciones de presión e iluminación que reinan en estas profundidades, dificultando progresivamente la vida de la fauna oceánica.

Por último, cabe señalar todavía el hecho de que también en el ambiente sur-polar se cumple aquella ley según la cual son relegadas las especies más primitivas a mayores profundidades. Valga de ejemplo el caso de los erizos, irregulares pourtalesidos, que solamente habitan los abismos fangosos de estos mares.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

CAPITULO V.

ORIGENES DE LA VIDA ANTARTICA

El origen de la vida sobre la tierra descansa en causales que escapan hasta hoy día del todo a la investigación, pero, eso sí, sabemos a ciencia cierta que una de las premisas fundamentales para la existencia del protoplasma viviente, corresponde a condiciones térmicas, estrechamente limitadas. La temperatura de congelación del agua, 0 grado C., señala la posibilidad inferior, en tanto que los 40 grados C., definen el límite superior. Por bajo y encima de estas temperaturas sufre el protoplasma daños irreparables, incompatibles con aquellas funciones características cuyo conjunto denominamos "vida". Podemos concluir, entonces, con certidumbre razonable, que la vida ha podido aparecer por primera vez sobre un territorio del globo terráqueo cuya temperatura no sobrepasaba en mucho a los 40 grados C.

El calor de la masa terrestre es, ahora, el producto de dos factores que actúan en conjunto: el fuego interno y la irradiación del astro solar. En tanto que la influencia del primero de estos determinantes ha debido

disminuir en un modo uniforme sobre toda la superficie terrena, se distribuyen los rayos caloricos del sol, en los más tempranos albores, tal como hoy, desigualmente, favoreciendo el cinturón de los trópicos, en detrimento de las zonas polares.

La región ártica y la antártica hubieron de alcanzar, en consecuencia, condiciones térmicas compatibles con la existencia de organismos, mucho antes que las zonas intermedias del globo. Bien podemos ver, entonces, en una de estas zonas polares, a la cuna de la vida.

Se presenta ahora un nuevo problema en la determinación de una de ellas, la boreal o la austral, como asiento primero de tan magnífico fenómeno.

Basándonos en las evidencias paleontológicas que señalan, a todas luces, en innumerables ejemplos, al norte, como la patria de las formas más primitivas, debemos asignar, también, a esta región, la calidad de territorio de origen de las primeras vidas. Esta acepción, que se ciñe también a la opinión de grandes biólogos, como R. Hesse, Wallace, Dahl, etc., encuentra, todavía, como veremos más adelante, concluyentes comprobaciones en la realidad actual zoo-geográfica.

Una vez desencadenada así la grandiosa aventura del vivir terrestre, entra en juego, también, la etapa siguiente: la evolutiva. Las primeras y primitivas realizaciones de la nueva expresión de energía, dan paso a seres más y más perfectos, y, por lo tanto, más y más adecuados para triunfar en la lucha por la existencia. Mano a mano con tal desarrollo de superación evolutiva se realiza un desplazamiento de la población de seres, que invaden activamente las zonas australes del globo, en la medida de su enfriamiento, y, con ello, de la aparición de nuevos ambientes habitables.

El norte, con sus nuevos cambios de temperatura, seguirá conservando el rango de centro selector de nuevas formas, a través de sus estímulos ambientales en

continuo flujo. Aquí habrán de aparecer, en consecuencia, los representantes siempre más perfectos, que se lanzan de este punto de partida a la conquista del sur, desplazando las poblaciones primarias.

En la cruenta competencia resultante caen derrotados, en toda la línea de combate, necesariamente, las especies menos evolucionadas, los primitivos antepasados cuya trágica suerte sólo puede seguir dos caminos: extinción o huída y relegación hacia ambientes extraordinariamente desfavorables y, por esto, poco apetecidos por los vencedores. Una primera consecuencia de tan feroz acontecer habrá de traducirse en la primitividad de los seres que pueblan las regiones australes del globo, siempre más atrasados en su evolución, con respecto a las formas nórdicas.

Tal fenómeno, que comprueba fehacientemente, por su parte, el origen boreal de la vida, se realiza ahora, en proporciones gigantescas e impresionantes, aún en la fauna actual, cuyos representantes australes revelan, a la vez, caracteres comunes en su composición y condiciones de primitividad.

La indudable superioridad de los inmigrantes nórdicos sobre los seres del sur, se hace manifiesta ya en la fauna mamal de nuestro propio país, cuyos representantes más primitivos, los octodóntidos, son lenta pero inexorablemente desplazados por múridos invasores, desde el norte, como la lauchita orejuda, el *Phyllotis darwini,* que ha logrado atravesar, con el correr de los tiempos, la totalidad del territorio chileno, lanzando sus avanzadas hasta la punta más austral.

El bochinchero gorrión francés, que suplanta por doquier a las delicadas formas autóctonas chilenas (diuca, *Diuca;* chincol, *Zonotrichia;* jilguero, *Spinus;* etc.), también representa un fenómeno idéntico.

Aún los gusanos de tierra europeos, introducidos accidentalmente en nuestro país, revelan una manifiesta

superioridad para la lucha por la vida, al desplazar las especies primarias, autóctonas.

Señalemos, finalmente, a este respecto, el ejemplo del perro salvaje Dingo (*Canis dingo,* Bl.), cuya introducción en Australia ha significado la muerte y el exterminio de numerosas especies marsupiales en todos los territorios invadidos por él.

Cuando faunas australes, en cambio, arriban a territorios septentrionales, demuestran nuevamente su relativa inferioridad biológica al sucumbir rápidamente. Resulta bien demostrativo a este respecto, que sólo un 5% de las especies subtropicales y tropicales introducidas casualmente en Hamburgo, han logrado sobrevivir, y aún esta pequeña fracción sólo pudo escapar a la muerte bajo condiciones artificiales, como las que brinda el ambiente de los invernaderos (lit.: Hesse, 1924).

Para aquilatar la calidad primitiva de los seres propios a los continentes australes, no es, sin embargo, ni aún necesario, llegar a la comparación de su vitalidad en relación a las faunas del hemisferio norte, ya que basta una simple enumeración de algunos de sus grupos característicos, para dar testimonio, por demás evidente, de su naturaleza primitiva.

Entre los mamíferos resaltan así los monotremas, marsupiales (fig. 110), y edentados, todos australes. También los insectívoros menos evolucionados se agrupan en estas regiones del globo, como demuestran los géneros *Chrysocloris, Solenodon* y *Centetes.* El vivérrido Proteles, la hiena cavadora, es igualmente primitiva. Primitivos son, también, todos los roedores histricomorfos sudamericanos y africanos. El conjunto de cérvidos de Sudamérica resalta, en relación a los grupos nórdicos, por su escasa evolución, y los tapires de Sudamérica y el sur de Africa representan los peldaños contemporáneos más inferiores de entre los perisodáctilos. Aún

los primados primitivos, los lemúridos, ocurren exclusivamente en el hemisferio sur.

Entre las aves podemos citar luego, al mismo efecto, a los tinámidos sudamericanos, en tanto que los reptiles, por su parte, donan un valioso ejemplo en los iguá-

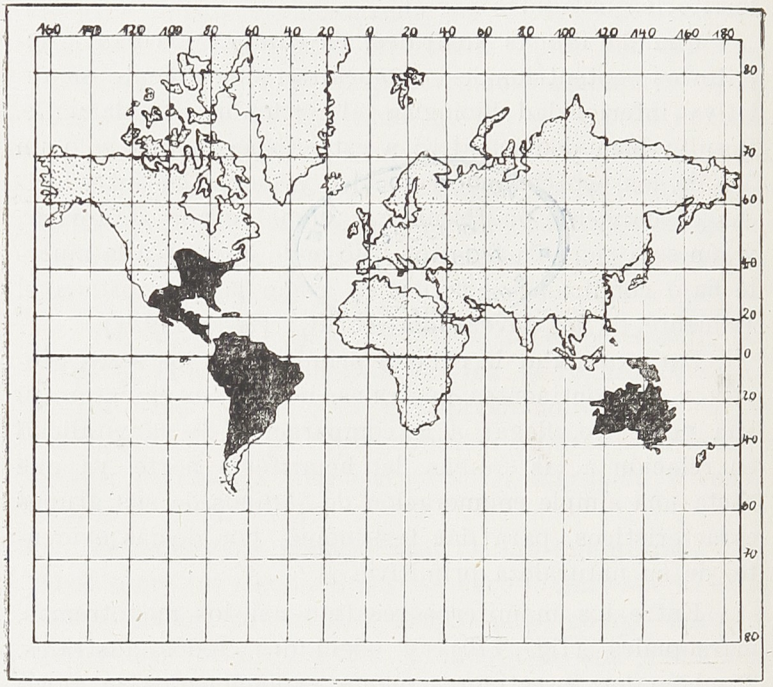


FIG. 110.—Distribución de los marsupiales contemporáneos (áreas negras).

nidos (fig. 111), que rememoran saurios extintos y, más aún, en el relicto viviente de tierras australianas, el *Sphenodon punctatus*.

De entre el inmenso caudal de representantes primitivos de los invertebrados solamente citaré, por fin, a los géneros *Peripatus*, el gigantesco rincoto acuático *Bdelostoma*, y la lombriz de tierra acanthodrilida *Notio-*

drilus, de Nueva Zelandia, Australia, Africa del Sur y Austro-América.

Hemos señalado ya, más arriba, que una de las consecuencias necesarias del origen septentrional de la vida, seguido por el desplazamiento hacia el sur de las faunas

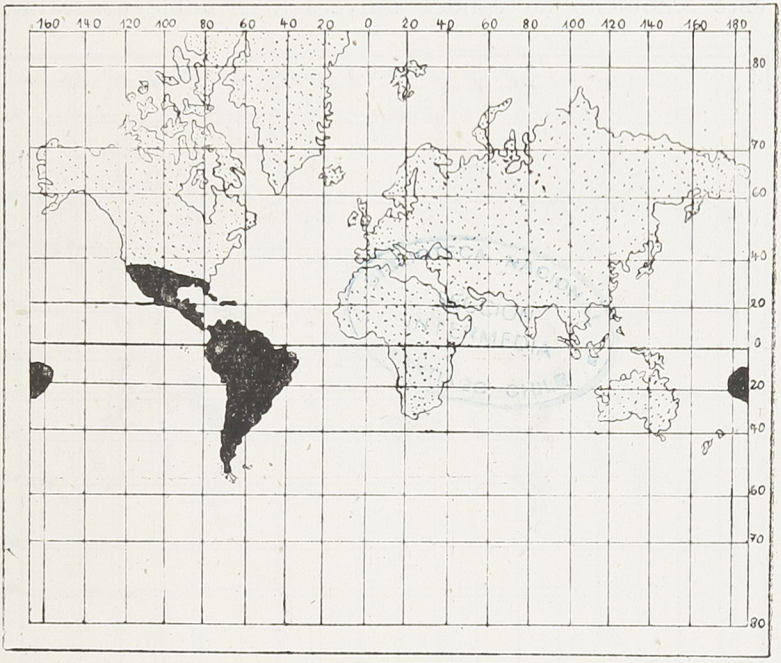


FIG. 111.—Distribución de los iguánidos contemporáneos (áreas negras).

resultantes, habría de estribar en una manifiesta uniformidad de las poblaciones animales en los vértices australes de los diversos continentes. Analicemos en lo que sigue, también a través de ejemplos, la realidad efectiva de tal acepción, para demostrar, con ello, otra de las bases en que descansa nuestra propia interpretación del origen de la fauna antártica.

En relación directa con la temperatura corporal al-

canzada, cuya influencia acelera todos los procesos vitales, y, con ello, finalmente, y en última instancia, aún también los cambios evolutivos, es posible señalar semejanzas más estrechas entre los invertebrados de los continentes australes, en tanto que sus vertebrados homoiotermos ofrecen ya mayores diferencias. A despecho de este fenómeno de validez universal, es dable constatar

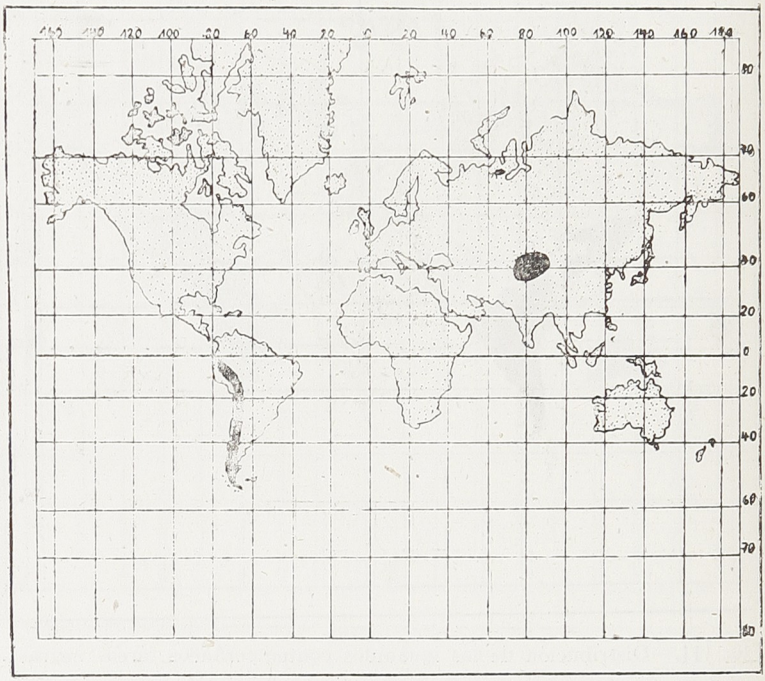


FIG. 112.—Distribución de los camélidos contemporáneos (áreas negras).

todavía, en los seres más altamente organizados de estos territorios, lazos íntimos de parentesco. Ya sus mamíferos revelan el origen común en notables afinidades sistemáticas. Bástenos el ejemplo de marsupiales y camélidos (fig. 112), tanto más significativo cuanto que sus antepasados descansan, según las evidencias paleontológicas indiscutibles, en el hemisferio norte: Europa

y Norteamérica. Podríamos agregar, todavía, a este respecto, a los murciélagos provistos de ventosas pedales, *Thyropoda,* en Brasil, y *Myxopoda,* en Madagascar.

Las aves proporcionan, a su vez, en las avestruces, (fig. 113), los loros y trogónidos, otros magníficos casos de grupos animales distribuídos en su mayor parte por los continentes del sur, cuyo origen es, sin embargo,

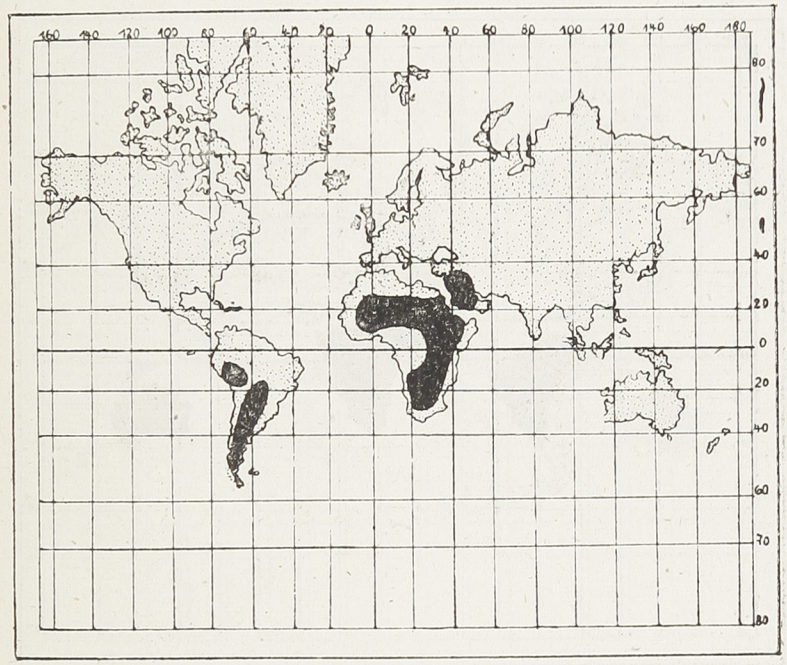


FIG. 113.—Distribución de los avestruces contemporáneos (áreas negras).

septentrional, ya que sus antepasados fósiles fueron descubiertos en el Eoceno de Francia, India y Crimea.

Entre los reptiles, luego, encontramos representantes exclusivamente australes en las tortugas pelomedusidas y chelyidas, cuya distribución se representa en la fig. 114. En ambas familias se ha logrado demostrar, también, un origen nórdico, el Cretáceo superior de Norte-

América para los pelomedúsidos, y la misma zona, más el Eoceno de Bombay, para los chelyidos.

Los enormes ofidios de los géneros *Corallus* y *Boa*, se reparten, a su vez, igualmente, en Sudamérica y por Madagascar, en tanto que su cuna prehistórica ocupaba el Oligoceno europeo. Citemos, finalmente, de entre los reptiles, a los iguánidos, tan abundantemente represen-

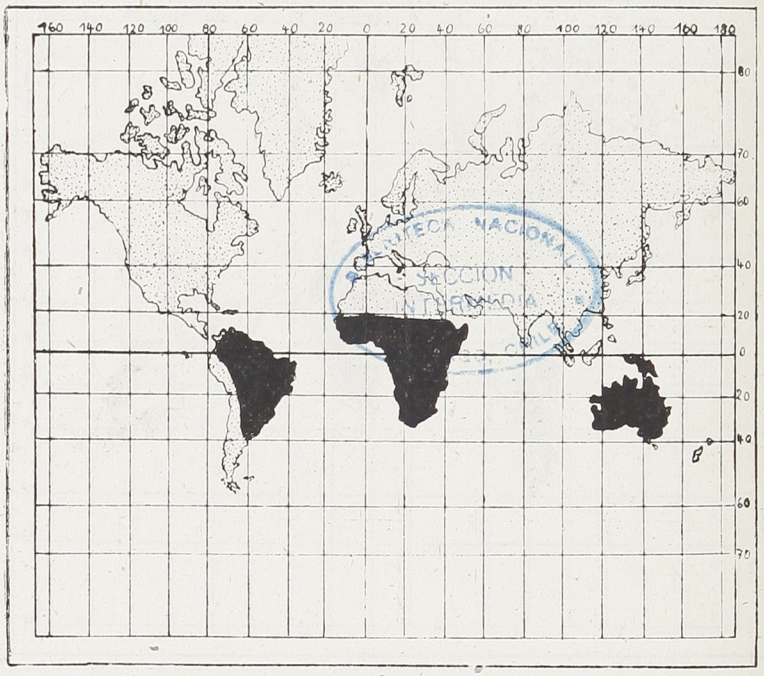


Fig. 114.—Distribución de las tortugas pelomedúsidas (áreas negras).

tados en Chile, que ocurren en su inmensa mayoría en Sud-América, Madagascar, islas Fidschi y en las islas "De la Amistad". Sus orígenes, en cambio, descansan en el Oligoceno francés.

Los peces, por su parte, ofrecen ejemplos característicos en varios géneros. Así se encuentran los primitivos lepidosirenidos, en Africa, Sud-América y Austra-

lia. Las lampreas chilenas *Geotria chilensis* y *G. australis,* (fig. 115), viven, igualmente, en las costas de Australia, Tasmania y Nueva Zelandia, y una distribución muy semejante siguen, por último, los teleósteos *Genipterus blacodes* y *Macruronus novae-zelandiae.*

Los invertebrados presentan luego ejemplos notables en los termites, vastamente distribuídos en las zo-

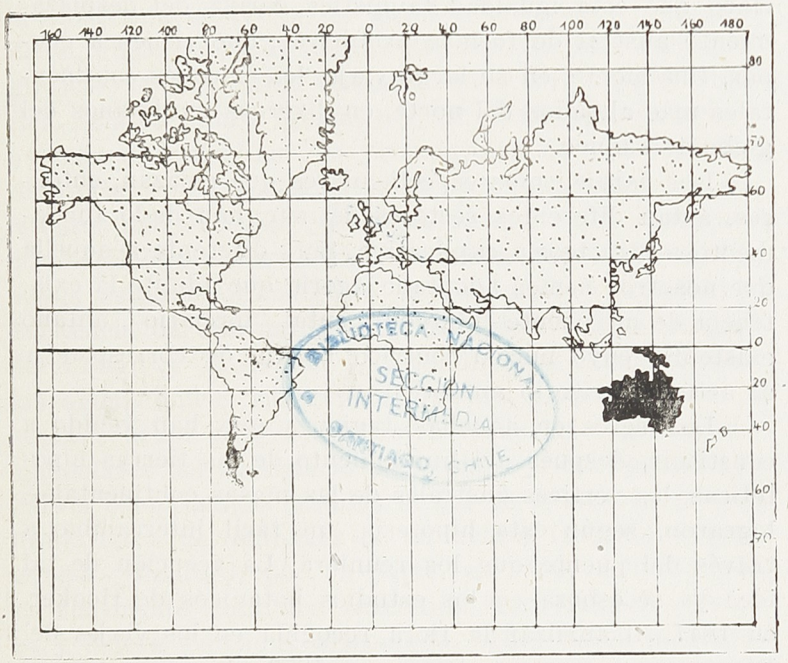


FIG. 115.—Distribución de *Geotria chilensis* y *australis* (áreas negras).

nas australes, las arañas primitivas Archeidae, de la Patagonia, el Congo Belga y Madagascar, que tienen su origen en el Oligoceno europeo, el rincoto acuático *Bdelostoma,* de Africa, América, Australia y Asia del Sur, cuyos representantes fosilizados han sido hallados en estratos del Mioceno europeo, y, finalmente, el caracol

Gundlachia, de Australia, Nueva Zelandia y Sud-América, originario del Mioceno alemán en Frankfurt a. A.

Hemos enunciado con esto a una ínfima fracción de los ejemplos zoo-geográficos actuales, que señalan una estrecha y evidente semejanza entre las faunas de los continentes australes. Todos ellos demuestran, simultáneamente, las causales históricas que han conducido a tan extraordinario resultado, dejando perfectamente en claro que esta igualdad faunística deriva del desplazamiento austral de formas primitivas, que vienen a ocupar, finalmente, en su largo viaje, los rincones continentales más alejados del norte, en diversos meridianos del globo terráqueo.

Los paralelismos espectaculares que enlazan, entonces, a tan diferentes sectores del sur, han dado fundamento a otra teoría explicativa, muy diferente a aquella que nosotros hemos adoptado, teoría que admite la existencia de un puente intercontinental "terciario", antaño existente, cuyo núcleo céntrico habría de corresponder al actual territorio antártico.

Los seres en aquellas regiones que han venido a constituir, después del hundimiento de las tierras hipotéticas, los vértices australes de las masas continentales, lograron, según esta hipótesis, un fácil intercambio a través del puente que los reuniera. La acepción de tal idea ya se esboza en los estudios botánicos de Hooker, en 1847, al analizar la flora recogida en los viajes del Discovery, y aparece, luego, en 1853, de nuevo, en su estudio sobre la flora de Nueva Zelandia. T. Huxley, 1870, habla ya específicamente de un "continente pacífico mesozoico", del cual se separaría Australia a fines del Triásico. En 1876 aparecen simultáneamente los trabajos de Moseley, el botánico, y Duncan, el paleontólogo, en los que señala el primero una antigua conexión entre las islas Marion, Crozet y Kerguelen, en tanto que el segundo supone aún, fundándose en su estudio de las

barreras coralarias de la época terciaria en Tasmania, la existencia de una "tierra sur-polar" que alcanzara durante el Mioceno hasta los 50 grados de latitud sur. También Beddard y Gill presumen una extensión más amplia del actual continente antártico hacia el norte, pronunciándose sobre sus límites probables. Aún Darwin mismo, en su famosa obra de 1888, admite como explicación de la distribución actual de algunos seres, la existencia pretérita de puentes antárticos. También Zittel, 1893, basa sus teorías explicativas masto-zoogeográficas, en una unión terciaria entre Australia y América. Sclater admite igualmente, en su análisis de la fauna mamal australiana, la probabilidad de una conexión territorial entre Sud-América y Australia hasta los comienzos del terciario, época geológica en que desaparecería. Hipótesis semejante es aquella que sostiene Gill, cuyos estudios ictiológicos lo conducen a aceptar la existencia de una unión entre América, Africa (región del Cabo), y Australia. Las condiciones faunísticas de las aguas dulces sudafricanas llevan luego a Weber a suponer nexos geográficos entre todas las regiones circumpolares del hemisferio sur, complejo continental que habría comprendido también al sur de Africa, individualizado en aquel entonces de su actual fracción septentrional. Blanford, por su parte, en 1890, delimita aún un continente antártico extendido entre América, Africa y Nueva Zelandia, afirmando, sobre bases paleontológicas, que la unión de Australia y América sería posterior a aquella que enlaza América y Africa. Semejantes son las ideas de Heddley, Ortmann y von Ihering, que sostienen la unión de Sud-América, Australia y Nueva Zelandia, a través del continente antártico, en el Mesozoico y los albores de la época terciaria. Hutton, 1884, en cambio, supone, al analizar el origen de flora y fauna en Nueva Zelandia, un puente tendido desde Sur-América hasta Australia, que correspondería al "continente

pacífico mesozoico", sin pasar por el Polo Sur. Baur cree ver, por otra parte, la solución de estos problemas zoogeográficos, en la admisión de un continente indo-pacífico extendido entre Malasia y la costa oeste de América. Osborne, finalmente, apoyado por Pelsener, 1903, y Dollo, 1904, define un continente austral cuyos límites corresponden a la actual isóbata de tres mil cuarenta metros y que habría reunido, consecuentemente, Sur-América, Australia y Nueva Zelandia.

Vemos, pues, que un elevado número de autores ha considerado necesario postular la existencia de un puente intercontinental antártico en épocas prehistóricas, y, lo que es lo grave, en períodos relativamente recientes, terciarios. Todos ellos se basan ahora en las semejanzas entre las faunas australes para fundamentar sus hipótesis. Contrariamente, nosotros estamos convencidos de que tales semejanzas se explican en modo mucho más sencillo, a través de la migración encaminada hacia el sur, que también admitimos.

La inconsistencia de las pruebas alegadas por los defensores de un presunto puente interterritorial antártico se ha hecho evidente aún a ellos mismos en cuanto lograron enfocar justa y desapasionadamente el problema. Valga de ejemplo demostrativo una frase de Hermann von Ihering, 1907, el que dice, después de bregar en un libro de 350 páginas por la existencia de ese continente antártico, su "Archinotis", lo que sigue: "Queda por investigar si el Continente Pacífico mesozoico era antártico, o si atravesaba el centro del Pacífico".

Encontramos todavía un hecho zoo-geográfico que por sí solo destruye, a mi modo de ver, toda base de la teoría falaz criticada: la existencia de los pingüinos.

Es sabido que evidencias paleontológicas han logrado demostrar definitivamente (lit.: Simpson, 1946), el origen austral de este grupo de extrañas aves, del mis-

mo modo en que también esclarecen la cuna patagónica de los edentados.

En Nueva Zelandia, en las islas antárticas, y en Patagonia, descansan los únicos, pero abundantes, restos fósiles conocidos de pingüinos, con 35 especies repartidas en 28 géneros diversos. Estos seres han sido, entonces, el fruto de la especialización avanzada de las aves que poblaban durante los fines de la era secundaria y los comienzos del período terciario, al continente antártico y los territorios vecinos. Su desviación evolutiva a partir de uno de los más bajos peldaños en el escalafón filogenético aviar, nos explica ahora, también, las abisales diferencias que separan su propia organización de aquella otra que caracteriza al plan estructural fundamental del resto de las aves. Tan profunda es esta distancia entre los pingüinos y sus parientes volátiles, que aún se ha supuesto (lit.: Kerr, 1919), su desarrollo directo a partir de reptiles secundarios, negándose toda relación con las aves propiamente tales.

Otros autores (lit.: Simpson, 1946), sin embargo, trataron de demostrar, por su parte, la inefectividad de tal teoría, viendo, muy al contrario, en estos seres anfibióticos, productos extremos de especialización de un tipo volátil. Pero, al recordar que ya en el primer tercio de la vida embrional (lit.: Parsons, 1932), evidencian los pingüinos todas las construcciones específicas que han de caracterizar al adulto, no podemos sino reconocer que su distancia filogenética hacia el resto de la avifauna es enorme.

La extraña mezcla de cualidades primitivas con otras altamente especializadas, que distingue a los pájaros niños, encuentra ahora, a mi juicio, su interpretación, al asumir un origen temprano a partir de las primeras y primitivas aves que arribaron al continente *insular* antártico. Si estas tierras hubiesen estado en comunicación, a través de puentes interterritoriales, con los continen-

tes vecinos, habrían recibido, también, la invasión de las faunas mamales, que, ya en los albores de la época terciaria, se desplayaban por Australia, Sud-América y Africa.

La presencia de cualquier mamífero carnívoro terrestre significa, por su parte, un factor selectivo que imposibilita del todo la existencia de mutantes inofensivos, ápteros, torpes y lentos, como lo han sido los primeros pingüinos. Quizás podríamos asignar cierto valor demostrativo en este sentido, todavía, al instinto de huída de los pájaros niños actuales, que arrancan siempre tierra adentro, aún cuando son atacados por hombre o perros, enemigos terrestres que jamás existieron en esas regiones.

Debemos concluir, entonces, en que ya la génesis y evolución sucesiva de pingüinos en territorio antártico demuestra fehacientemente el aislamiento insular de este continente austral, desde los más tempranos períodos de la época terciaria.

El problema de evolución que plantean de este modo los *Spheniscidos* tiene un paralelo demostrativo en el desarrollo de los marsupiales australianos. También aquí, y después del arribo de los primeros y más primitivos antecesores marsupiales, se aísla este continente por la ruptura de sus puentes septentrionales. De este modo se impide la invasión en olas sucesivas de conquistadores nórdicos, siempre más y mejor dotados para la lucha por la vida. Bajo tal condición fundamental puede prosperar a continuación un proceso de especialización en la masa primitiva, que no ha sido reemplazada por los mamíferos placentados, más altamente colocados en el escalafón evolutivo. Y la especialización de esta materia prima conduce, finalmente, a la generación de formas tan avanzadas como los cangurúes, que sobrepasan en sus capacidades dinámicas aún a los saltadores más insignes entre el caudal de mamíferos superiores, placen-

tados. Pero, a despecho de esta elevada especialización, siguen siendo marsupiales, y con ello, seres primitivos. Esta sencilla diferencia entre los productos de una especialización determinada, y el sentido que encauza a la evolución filogenética general, desde la amiba hasta el hombre, desafortunadamente no ha sido siempre bien delimitada.

Un ejemplo típico de interpretaciones erradas en este sentido, brinda J. Dollo (lit.: Dollo, 1904), en su estudio sobre los peces antárticos, al afirmar que no se trata de especies primitivas, desde el momento en que todas ellas revelan en su organismo algún producto de especialización. A nuestro juicio debemos ver, también, en la ictiofauna sur-polar, del mismo modo que en sus pingüinos, formas primitivas, que arribaron a esas costas en épocas secundarias y que sufrieron luego, en la aislación insular de su ambiente, toda una serie de transformaciones mutacionales, seleccionadas por el medio, que han resultado en estructuras altamente especializadas, cuya presencia es responsable de la imagen actual de todos estos peces, muy diversa a la estampa de sus antepasados prehistóricos.

Valgan de refuerzo a nuestra opinión las siguientes palabras de J. R. Norman, 1938: "Los peces costeros antárticos no dan evidencia a la tesis que supone un continente antártico terciario entre Sud-América y Australia. Todos corresponden a especies muy propias y altamente especializadas". (En inglés en el original).

Hemos delineado hasta aquí el modo probable a través del cual se logró una primera población del continente insular antártico hasta la época terciaria. Al negar rotundamente las posibilidades de una intercomunicación con las tierras vecinas dadas en este período geológico, no quiero expresarme, sin embargo, en contra de conexiones interoceánicas más antiguas, cuya existencia considero más bien probable. Así podemos

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

admitir la continuidad directa del cordón cordillerano andino con las estructuras del Arco Escocés, y, finalmente, con la Tierra de Graham. Tal puente ha facilitado, a mi modo de ver, aún la emigración austral de los equinodermos que poblaron en la época secundaria y los comienzos de la terciaria, al litoral antártico. De este modo, ya por el aire, en el caso de las aves, ya por agua, se congregaron en el continente antártico una flora y una fauna especiales, prósperas bajo el sol tropical que enardece en aquel entonces la vida sur-polar. Pero esta primera población de seres comienza a sufrir luego las influencias terribles de la glaciación progresiva ya durante los comienzos de la era terciaria. Poco a poco, invade el frío con sus secuelas, la nieve y el hielo, aquellos jardines tropicales, cuya vegetación exuberante, (*Dacrycarpus, Eupodocarpus, Acmopyle, Eutacta, Colymbea, Araucaria*), hoy día descansa petrificada bajo la blanca cubierta.

Muere y desaparece, así, la inmensa mayoría de las plantas y de los animales antárticos terciarios, cuya existencia lujosa da paso a los desiertos más desolados. Sólo escasas formas logran adaptar el organismo a las nuevas condiciones ambientales imperantes, conquistando así, en la más dura lucha, el derecho a sobrevivir hasta nuestros días. Me parece lógico y justo admitir a todos aquellos seres actualmente representados en la Antártica, que carecen de relaciones genéticas en otras zonas del globo, como relictos de la población sur-polar terciaria.

Debemos interpretar sobre esta base, entonces, a las existencias antárticas de ofiuroídeos, asteroídeos, equinoídeos, holoturoídeos, picnogónidos, algunos halacáridos (*Leptospathis*), el género *Eledone*, de entre los cefalópodos, peces y pájaros niños.

Todos ellos encontraron el modo de adaptar sus organismos al frío que se desencadena durante la época de

glaciación, venciendo así el obstáculo terrible que elimina al resto de los representantes terciarios. Ellos constituyen, entonces, también, los únicos sobrevivientes de aquel primer intento de colonización antártica.

Quiero recalcar todavía, expresamente, que, en mi opinión, corresponde la fauna terciaria de las tierras surpolares a especies primitivas que huyeran desde el centro de origen de la vida, —el Polo Norte—, hacia el sur. De ningún modo podemos admitir, en cambio, las teorías de Pfeffer, Murray, Théel, Brauer y Lohmann, que presuponen una fauna terciaria uniformemente repartida por todo el globo terráqueo. Para dejar bien en claro las ideas de este grupo de autores citados que critico, transcribo en traducción algunos párrafos sintomáticos de las obras de Pfeffer, 1891, y Murray.

Así dice Pfeffer lo siguiente (en alemán en el original): "Hasta los primeros períodos terciarios no existían sobre la tierra faunas zonales sino solamente una única fauna general repartida por todo el globo. Los antepasados de las faunas litorales actuales de altas latitudes estuvieron distribuídos antaño por el litoral de toda la tierra. Las faunas árticas y antárticas son relictos de la misma época de la antigua fauna general, más o menos uniforme, que han cambiado relativamente poco, de tal modo que entre las faunas árticas y antárticas se establecen semejanzas más estrechas que entre cualquiera de las otras zonas faunísticas".

Murray sostiene ideas enteramente semejantes al afirmar lo que sigue (en inglés en el original): "Las corrientes marinas acumulan depósitos de muy distinta naturaleza en las zonas más o menos bajas del mar. En cada uno de los tipos ambientales resultantes vive una fauna específica. A mayor profundidad, las condiciones del habitat se uniforman hasta que en la zona situada por fuera de la plataforma continental se igualan las condiciones de todas partes, resultando en una fauna

BIBLIOTECA NACIONAL SECCIÓN INTERMEDIA SANTIAGO, CHILE

consecuentemente muy semejante. Esta profundidad se alcanza a los 183 metros, y se halla marcada por la línea de fango (mud-line). En la época en que el clima era uniforme en todo el globo, la fauna bentónica era uniforme también".

Como muy bien ya lo ha expresado Pelsener, 1903, prueban las diferencias actuales en las poblaciones polares, la falta total de base de aquellas hipótesis. Igualdad faunística terciaria se habría traducido, también, necesariamente, en una estrecha semejanza de los seres polares contemporáneos.

Una vez eliminada la gran mayoría de la población terciaria sur-polar, que queda reducida entonces a pocas especies (pág. 288), se desencadena un proceso secundario de colonización, del todo diferente en su mecanismo al aporte primario de seres. La interpretación correcta de esta nueva fase, repobladora, nos exige volver atrás en la historia de la vida sobre el globo, y reconsiderar otro aspecto del desplazamiento de formas orgánicas primitivas por las especies mayormente evolucionadas y capacitadas para la lucha por la existencia.

Conocimos ya una de las rutas que deben haber seguido los derrotados en su peregrinaje austral. Pero dejamos también ya establecido que cualquier ambiente muy desfavorable, que no despierta, entonces, el interés de los vencedores, puede ofrecer albergue a estas formas desplazadas. Entre estos rincones inhóspitos del globo, que han logrado proteger, con la barrera de sus inclemencias, a poblaciones de seres primitivos, resaltan las zonas litorales batidas por el oleaje, morada de moluscos primitivos, como chitones, *Patella,* etc., el agua dulce, habitat de celenterado menos evolucionado, como la *Hydra,* pozas profundas sin luz, refugio de los únicos crustáceos *Anaspididae* europeos y, sobre todo, el abismo obscuro y frío del océano. En esta última zona colaboran la obscuridad y la elevada presión con una temperatura

extraordinariamente baja (0 grado C. a 4.000 metros de profundidad), para dificultar la existencia de seres animales en tan feroz ambiente.

Podemos admitir, entonces, sobre la base de la realidad biológica contemporánea, que una buena parte de los seres primitivos logró encontrar el camino, en tiempos pretéritos, a los abismos marinos, sobrellevando allí con notables adaptaciones las inclemencias del habitat, en el que se ven libres, por otra parte, de sus invencibles competidores más evolucionados.

La dificultad mayor que hubo de encarar esta población estriba, incuestionablemente, en el frío glacial, tan diverso a sus tibias aguas de origen. Pero una vez vencido este obstáculo, no se opone ya nada a la más amplia distribución por los fondos abisales de todas aquellas especies.

Con anterioridad a las épocas de glaciación polar ocupa así, la fauna abisal, solamente las grandes profundidades. Pero cuando baja ahora la temperatura de las zonas árticas y antárticas, prácticamente despobladas, se abre una nueva posibilidad de existencia a todos los seres adaptados al frío, desencadenando la invasión secundaria de los polos, que reciben por igual el aporte de un enorme número de especies de profundidad. Todas aquellas formas abisales que cuentan con amplias capacidades de translación, y que habían conquistado ya de norte a sur los fondos marinos, aparecen, ahora, tanto en las costas árticas como en las antárticas, dando lugar a las especies "bipolares", cuyo origen ha suscitado tan violentos debates científicos. Chun, 1900, y Ortmann, 1896, hablan ya, sin embargo, de una relación de continuidad entre ambos polos a través de los abismos, acepción que aparece perfectamente fundamentada a las luces de nuestras propias reflexiones.

En lo que sigue doy una lista de algunas de las

consecuentemente muy semejante. Esta profundidad se alcanza a los 183 metros, y se halla marcada por la línea de fango (mud-line). En la época en que el clima era uniforme en todo el globo, la fauna bentónica era uniforme también".

Como muy bien ya lo ha expresado Pelsener, 1903, prueban las diferencias actuales en las poblaciones polares, la falta total de base de aquellas hipótesis. Igualdad faunística terciaria se habría traducido, también, necesariamente, en una estrecha semejanza de los seres polares contemporáneos.

Una vez eliminada la gran mayoría de la población terciaria sur-polar, que queda reducida entonces a pocas especies (pág. 288), se desencadena un proceso secundario de colonización, del todo diferente en su mecanismo al aporte primario de seres. La interpretación correcta de esta nueva fase, repobladora, nos exige volver atrás en la historia de la vida sobre el globo, y reconsiderar otro aspecto del desplazamiento de formas orgánicas primitivas por las especies mayormente evolucionadas y capacitadas para la lucha por la existencia.

Conocimos ya una de las rutas que deben haber seguido los derrotados en su peregrinaje austral. Pero dejamos también ya establecido que cualquier ambiente muy desfavorable, que no despierta, entonces, el interés de los vencedores, puede ofrecer albergue a estas formas desplazadas. Entre estos rincones inhóspitos del globo, que han logrado proteger, con la barrera de sus inclemencias, a poblaciones de seres primitivos, resaltan las zonas litorales batidas por el oleaje, morada de moluscos primitivos, como chitones, *Patella,* etc., el agua dulce, habitat de celenterado menos evolucionado, como la *Hydra,* pozas profundas sin luz, refugio de los únicos crustáceos *Anaspididae* europeos y, sobre todo, el abismo obscuro y frío del océano. En esta última zona colaboran la obscuridad y la elevada presión con una temperatura

extraordinariamente baja (0 grado C. a 4.000 metros de profundidad), para dificultar la existencia de seres animales en tan feroz ambiente.

Podemos admitir, entonces, sobre la base de la realidad biológica contemporánea, que una buena parte de los seres primitivos logró encontrar el camino, en tiempos pretéritos, a los abismos marinos, sobrellevando allí con notables adaptaciones las inclemencias del habitat, en el que se ven libres, por otra parte, de sus invencibles competidores más evolucionados.

La dificultad mayor que hubo de encarar esta población estriba, incuestionablemente, en el frío glacial, tan diverso a sus tibias aguas de origen. Pero una vez vencido este obstáculo, no se opone ya nada a la más amplia distribución por los fondos abisales de todas aquellas especies.

Con anterioridad a las épocas de glaciación polar ocupa así, la fauna abisal, solamente las grandes profundidades. Pero cuando baja ahora la temperatura de las zonas árticas y antárticas, prácticamente despobladas, se abre una nueva posibilidad de existencia a todos los seres adaptados al frío, desencadenando la invasión secundaria de los polos, que reciben por igual el aporte de un enorme número de especies de profundidad. Todas aquellas formas abisales que cuentan con amplias capacidades de translación, y que habían conquistado ya de norte a sur los fondos marinos, aparecen, ahora, tanto en las costas árticas como en las antárticas, dando lugar a las especies "bipolares", cuyo origen ha suscitado tan violentos debates científicos. Chun, 1900, y Ortmann, 1896, hablan ya, sin embargo, de una relación de continuidad entre ambos polos a través de los abismos, acepción que aparece perfectamente fundamentada a las luces de nuestras propias reflexiones.

En lo que sigue doy una lista de algunas de las

especies más características que ocurren simultáneamente en ambos polos:

Globigerina pachyderma.
Eudendrium ramosum.
Halecium tenellum.
Perigonimus sp.
Homonema sp.
Atolla sp.
Periphylla sp.
Pleurobrachia pileus.
Beroë cucumis.
Krohnia hamata.
Priapulus caudatus.
Phascolosoma margaritaceum.
Limacine helicina.
Clione limacina.
Retusa truncatula.
Cuspidaria sp.
Dacrydium sp.
Malletia, sp.
Solenomya sp.
Balanus biporcatus.
Calanus finnmarchicus.
Orchomenopsis chilensis.
Eurythenes.
Hyperia spinigera.
Hyperia galba.
Eocuma sarsii.
Eudorella truncatulla.
Campylaspis verrucosa.
Halacarus drygalskii.
Squalus blainvillei.

Otros animales abisales, en cambio, no logran recorrer grandes distancias en tiempos relativamente breves, sufriendo durante su largo peregrinaje de norte a sur, las consecuencias de mutaciones sucesivas, que re-

sultan, por último, en diferencias estructurales apreciables para las generaciones que arriban, finalmente, a su meta austral. Tal proceso se ve todavía favorecido con el retardo del avance que impone la presencia de barreras topográficas en el mar, como la que viene a ser, frente a la Antártica sudamericana, el cordón del Arco Escocés y el muro de la Convergencia de aguas.

El grupo de seres que asciende también al litoral polar, después de haber sufrido las consecuencias de mutaciones repetidas, ya no logra ofrecer representantes bipolares, sino, únicamente, formas en algo diferentes, sub-especies diversas, en Arctis y Antarctis.

La proveniencia abisal de todo este complejo faunístico se revela no solamente en su composición sistemática, ya que, además, encuentra notable comprobación, a nuestro modo de ver, en la coloración roja de un gran número de sus especies actuales en las aguas antárticas. Entre los anfípodos, principalmente, encontramos en aquellos mares un elevado porcentaje de formas vivamente teñidas de colorado. El valor funcional de este pigmento, tan repartido en la fauna de las aguas profundas, estriba, como es por demás sabido, en su calidad de pantalla filtradora que retiene las ondas ultracortas del espectro. En tanto que las fracciones largas son absorbidas ya en las capas superficiales del mar, logran penetrar los peligrosos rayos ultravioletas aun hasta más de 500 metros de profundidad. Su influencia es, por consiguiente, la única que debe ser neutralizada en esta zona oceánica, tarea que cumple un pigmento protector rojo. De tal modo resulta entonces esta coloración de perfecta utilidad para la fauna de aguas profundas, revelándose como una adaptación específica. En los seres de superficie de los mares antárticos, en cambio, no cumpliría función alguna, correspondiendo a un recuerdo del origen abisal.

La colonización secundaria de los polos que re-

puebla el litoral desolado durante la glaciación terciaria, continúa, necesariamente, hoy en día, y podemos admitir, consecuentemente, que el Polo Norte se intercomunica, desde el punto de vista faunístico, a través del abismo actual, con su antípodo antártico.

Los mecanismos de población del Polo Sur no se agotan, sin embargo, con las dos fases hasta aquí analizadas. Interviene luego, todavía, el aporte de un buen número de especies resistentes a los cambios de temperatura que invaden de continuo, desde los mares circunvecinos, al frío océano antártico. Creemos acertado reunir, bajo este grupo de seres, a los siguientes: varias especies de foraminíferos, la mayor parte de las esponjas, cuyas larvas resistentes son arrastradas en el seno del estrato intermedio del mar antártico, (principalmente *Placina trilopha, Lissodendoryx spongiosa, Bathydorus spinosus, Caulophaeus elegans, Farrea oca*), la medusa *Periphylla regina,* los sifonóforos *Dinophyes arctica* y *Diphyes antarctica,* y el ctenóforo *Callianira antarctica.*

Finalmente, arriban, todavía, a la Antártica contemporánea, en transporte pasivo, una serie de parásitos (balánidos, copépodos: *Anchorella, Brachiella, Penella antarctica, Penella charcoti;* infusorios: *Cothurniopsis,* y el malófago *Deegeriella*), y aún, algunas especies de vida libre, extraordinariamente resistentes, como ácaros, colémbolos, tardígrados, y, probablemente, también, pequeños nemátodos.

Podemos resumir, entonces, los orígenes de la fauna antártica en cuatro modos diferentes de importación:

1.— Una pequeña fracción de sus seres corresponde a los restos de su antigua población terciaria.

2.— Una vez realizado, luego, el terrible fenómeno de la glaciación polar, ascienden hacia el frío litoral antártico cientos de especies abisales, que vienen a integrar al grueso de su fauna actual.

3.— En épocas recientes se aporta, todavía, pasivamente, un reducido número de seres altamente resistentes a los cambios de habitat.

4.— Finalmente, invaden aguas antárticas, y de continuo, ciertas especies de océanos vecinos.

CAPITULO VI.

LOS DOCE RASGOS CARDINALES DEL VIVIR ANTARTICO

Sobre la base de los hechos consignados en los capítulos precedentes, podemos ahora establecer los caracteres distintivos de la vida ubicada en el ambiente antártico. Consideramos como tales a los siguientes:

I. Proporción entre especies e individuos

Todos los diversos grupos sistemáticos en la fauna antártica, revelan, por igual, una desproporción notable entre sus especies representadas, escasas, y el número de individuos, extraordinariamente elevado.

Este fenómeno resalta con particular claridad en el ejemplo de los tunicados, de los que hay, según observa Sluiter, 1907, "en la Antártica, tal como en regiones árticas, pocas especies con muchos individuos" (en francés en el original). Igualmente, podemos citar a Vaillant, 1907, que establece idéntico fenómeno en los peces sur-

polares. Según él, es "reducido el número en especies de los peces, pero sus individuos ocurren en enormes cantidades" (en francés en el original).

Nuestras observaciones personales permiten hacer extensivas las aseveraciones transcritas, a la totalidad de la fauna antártica, sin olvidar, por ello, que la abundancia en individuos viene a ser, para la inmensa mayoría de los seres, un término relativo a las escasas especies, y no corresponde, —con excepción, quizás, de algunas formas planctónicas—, a una medida válida en sentido absoluto. Basta comparar, en efecto, la vida que se desarrolla bajo una sola de las rocas marinas vegetadas, en el litoral de la costa chilena, para apreciar de inmediato la pobreza del caudal faunístico total de los mares antárticos.

La escasez tan notable de especies sur-polares con respecto a los individuos, encuentra, para nuestro juicio, su interpretación, en la historia del vivir antártico, en el origen, entonces, de su fauna. Hemos visto, en efecto, (págs. 272 y sig.), que todos estos seres corresponden a formas primitivas, heroicas, emigradas de ambientes favorables en sus cualidades inanimadas, pero prohibitivos por la competencia de animales más altamente evolucionados. La huída los ha llevado de estos biotopos de vida fácil, a una zona en extremo inclemente, el abismo oceánico. Escasas son, por consiguiente, las formas que logran realizar la colonización de un habitat tan feroz. Se hace evidente, en efecto, que el número de especies animales marinos recolectados, disminuye rápidamente, en función de la profundidad alcanzada, como atestiguan los datos siguientes:

Poliquetos (lit.: Mc. Intosh, 1885).

N.° de especies	Profundidad en brazas
53	0-10
41	10-50
40	50-100
33	100-200
47	200-500
19	500-600
14	600-1000
4	1000-1200
22	1200-1500
20	1500-2000
9	2000-2500
12	2500-3000
2	3125

Braquiópodos (lit.: Davidson, 1880).

N.° de especies	Profundidad en brazas
98	0-500
16	501-1000
6	1001-1500
4	1501-2000
3	2001-2900

Lamelibranquios (lit.: E. A. Smith, 1885).

N.° de especies	Profundidad en brazas
9	0-100
6.16	100-500
2.4	500-1000
2.12	1000-2900

Ascidias simples (lit.: Herdmann, 1882).

N.° de especies	Profundidad en brazas
47	0-50
22	50-500
8	500-1000
6	1000-2000
7	2000-3000

Como consecuencia de la rigurosa selección que recorta, según lo visto, inexorablemente, el número de las formas distintas que logran asentar en tales ambientes desfavorables, disminuye, simultáneamente, la competencia vital con los oponentes a una misma meta. En razón directa de la lucha por la existencia, así menos gravosa, puede extenderse, consecuentemente, cada una de las especies triunfadoras, en un amplio número de individuos. A través de este mecanismo debemos interpretar, por lo tanto, la considerable desproporción individuo-especie en los mares antárticos.

II. Relación entre la población y las reservas alimenticias

La inmensa mayoría de los medios de vida sobre nuestro globo terráqueo cuenta con reservas alimenticias pequeñas en relación al caudal de pobladores, fenómeno cuyo reconocimiento ha conducido aún a los postulados de Malthus, que ve en la reducción de los nacimientos, la única solución, para el género humano, de tan grave problema. La misma limitación de las posibilidades alimenticias fundamenta también, en gran parte, al admirablle mecanismo de la lucha por la existencia.

Ahora, la naturaleza antártica ofrece, a este res-

pecto, condiciones diferentes, liberándose en amplia medida de la influencia restrictiva que imponen en otros ambientes las reservas alimenticias, más escasas. Tal estado de cosas radica ya en el mecanismo de población de las regiones sur-polares, que resulta, como hemos puntualizado más arriba, (pág. 296), en un flora y fauna pobres en planes estructurales diferentes, pero abundantes, como corolario, en número de individuos. A esto se agrega un ritmo lento en las actividades vitales (pág. 304), que redunda, todavía, en una reproducción reducida (pág. 304), para brindar todas las condiciones favorables a una disminución notable en la intensidad de la lucha por la existencia.

Tal estado de hechos se revela con claridad en el plancton vegetal de las aguas antárticas, que jamás alcanza a agotar del todo las sales nutricias ambientales. En tanto que en el resto de los océanos viene a ser el alimento el factor limitante del fitoplancton, excede este elemento, en los mares del Polo Sur, las necesidades metabólicas de la flora.

La escasez de substancias nutritivas aparece en horizontes antárticos únicamente en el litoral de guijarros, (pág. 189), determinando allí, a nuestro juicio, la pequeña talla de sus pobladores.

III. Primitividad de la fauna

Hemos demostrado más arriba, (pág. 291), que la fauna antártica actual corresponde, en su mayor parte, a una población de seres que han buscado refugio en los abismos marinos en épocas muy remotas, huyendo de sucesores filogenéticos más altamente evolucionados, que amenazaban su existencia en los ambientes favorables de su origen. Estas especies logran luego ascender a las costas polares durante la glaciación.

Una segunda pequeña fracción de la fauna sur-polar contemporánea, relicto de la época pre-glacial, también representa formas situadas muy abajo en el escalafón evolutivo.

Podemos concluir, entonces, que la población antártica se halla integrada, con las escasas excepciones de especies importadas recientemente, (pág. 294), por seres particularmente primitivos. Estos animales, de estirpe muy baja en el árbol genealógico, sufrieron, sin embargo, secundariamente, amplias y múltiples transformaciones mutacionales especializadoras, que aún logran enmascarar, en ciertos casos, sus facciones primitivas.

En lo que sigue cito algunos casos representativos de primitividad en abismos y Antártica que demuestran estos puntos de vista:

Foraminíferos (principalmente género *Arenacea*), (lit.: Earland, 1934).

Pennatúlidos protoptilidos y umbelúlidos (lit.: Jungersen, 1907).

Poliquetos chloraemidos (lit.: Mc. Intosh, 1885).

Equinoídeos del género *Pourtalesia* (lit.: Agassiz, 1881).

Opistobranquiados de los géneros *Newnesia, Notaeolidia, Charcotia, Pseudotritonia, Tritoniella, Austrodoris* (lit.: Ohdner, 1926).

Picnogónidos decapodos (lit.: Bouvier, 1913).

IV. Cuidado de las crías

Mientras que la inmensa mayoría de los invertebrados marinos en otros océanos elimina sus crías en tempranos estados de desarrollo, colocando huevos, se observa en un impresionante número de especies antárticas un solícito cuidado de las crías que completan su

BIBLIOTECA NACIONAL SECCION INTERMEDIA SANTIAGO, CHILE

evolución ontogenética en el seno materno. Entre estas formas resaltan las siguientes como más características:

Nemertinos:

Amphiporus incubator.
" *michaelseni.*

Braquiópodos:

Liothyrina.

Alcionídeos:

Mopsea gracilis.
Rhopalonella pendulina.

Asteroídeos:

Kampylaster.
Rhopiella.
Odinella.
Anasterias.
Lysasterias.
Diplasterias.
Cryptasterias.
Neosmilaster.
Granaster.

Holoturioídeos:

Cucumaria lateralis.
Psolus granulosus.

Ofiuroídeos: 31 especies vivíparas.
Crinoídeos: 10 especies vivíparas.

Moluscos:

Lasaea.
Modiolarca.
Pseudokellya.
Cyamium.

Si comparamos ahora la riqueza en invertebrados antárticos vivíparos, mejor llamados larvíparos, con el monto que alcanzan estas formas en otros mares, se hace aún más aparente su concentración en el océano sur-polar. Basta señalar, en efecto, que de las 15 especies de holoturias que siguen este modo, ocho son antárticas. Los ofiuroídeos sur-polares, con un 50% de formas vivíparas, sobrepasan igualmente al resto de las poblaciones, entre las que resalta, en un segundo lugar, la fauna de Nueva Zelandia, con un 15% de ofiuroídeos que "empollan" las crías en su seno. Nombremos, finalmente, a los crinoídeos, de cuyas once especies vivíparas ocurren diez en aguas sur-polares, ocho de las cuales son aún exclusivas de este ambiente.

Las crías de todos estos diversos seres abandonan entonces a sus madres, recién, en un estado de desarrollo bastante avanzado, recorriendo la mayor parte de la evolución ontogenética bajo la protección de cavidades especiales en el organismo que les da abrigo. Todas las etapas pelágicas en el desarrollo de estas formas bentónicas, se hacen, por lo tanto, superfluas, desapareciendo, en efecto, en la mayoría de los casos, para esbozarse apenas levemente en el resto.

En tanto que las larvas de vida libre pueden alimentarse directamente y sobre el ambiente que los rodea, deben subsistir, en cambio, las crías alojadas en el seno materno, con las reservas que les brinda el huevo, y, en efecto, es carácter propio de todas estas formas el gran tamaño de sus ovios extraordinariamente ricos en vitelo y consecuentemente reducidos numéricamente.

El mecanismo causal que resulta en la formación de estos huevos grandes, premisa fundamental para la larviparía, descansa, a todas luces, en la baja temperatura ambiente. Es sabido, realmente, que la velocidad en el desarrollo de ovio a individuo sexualmente maduro, viene a ser el producto directo de la rapidez con que

se desencadenan todas las diferentes reacciones químicas involucradas en el crecimiento orgánico, dependientes, a su vez, de la temperatura (regla de Van't Hoff, según la cual se duplica la velocidad de una reacción química por cada diez grados en que aumenta la temperatura).

En todas las funciones orgánicas se repite, entonces, esa influencia aceleradora del calor, y, consecuentemente, frenadora del frío, que repercute en el ambiente antártico, también, sobre las actividades de reproducción, de ritmo necesariamente lento en la fauna afectada. Una menor elaboración de elementos genésicos bajo la acción del frío, permite, por otra parte, dotar a cada uno de los huevos resultantes, con una cantidad mucho mayor de materias nutricias, a la que podría destinárseles en el caso de cientos o miles de unidades.

Una vez sentadas las bases, a través de tal cadena causal, para la nutrición efectiva de las crías durante un largo período, ya nada se opone a la permanencia de las larvas en el seno materno, al que abandonan una vez desgastadas las reservas disponibles. Esta cruda interpretación mecanicista de un fenómeno tan complejo y trascendente como lo es la "viviparía" de los invertebrados antárticos, puede apoyarse, ahora, en observaciones experimentales de otros autores (lit.: Nyholm, 1943), que han logrado demostrar, en efecto, la adopción del modo ya vivíparo, ya ovíparo, de varios seres, en relación directa e inmediata con la temperatura ambiental. Valgan de ejemplo dos casos específicos: aquel de la actinia *Sagartia troglodytes,* ovípara en las costas de Suecia, y larvípara, en cambio, en las zonas más septentrionales de su radio de distribución (lit.: Carlgren, 1942). En segundo lugar, citemos al anélido *Teredo utriculus,* del Mediterráneo, cuyo modo reproductivo se adapta, igualmente, a la temperatura ambiental

con la generación de huevos en el calor, y de larvas avanzadas bajo el frío.

Tales consideraciones vienen a indicar, entonces, que el cuidado de las crías no puede hallarse circunscrito exclusivamente al ambiente antártico, debiendo prosperar, igualmente, en todas las aguas frías del globo. La fauna abisal y la población de seres del alto norte en los mares árticos comprueban, en efecto, la realidad de esta deducción.

La supresión de los estados larvales en el medio sur-polar trae, por su cuenta, ventajas considerables y fundamentales para las especies bentónicas afectadas. Ya al analizar el sentido de las grandes y constantes corrientes marinas de estas zonas (pág. 110), señalamos el peligro terrible con que amenazan a todo organismo delicado y entregado a la flotación, al arrastrar los indefensos seres hacia la Convergencia antártica. Resulta incuestionable, por otra parte, que aún sin contar los peligros mortales impuestos por la barrera de la Convergencia, tal transporte mar afuera elimina ya de por sí todas las posibilidades para el asiento bentónico de las larvas pelágicas, que deben alcanzar prontamente el fondo oceánico, donde han de completar su ciclo evolutivo.

Los hielos flotantes, que amenazan, por otra parte, igualmente, a toda forma suspendida en las aguas del Polo Sur, no constituyen peligro alguno para larvas bentónicas, alejadas de su radio de acción. Esta doble utilidad manifiesta de la "viviparía" en el ambiente antártico, ha movido a varios autores (lit.: Vanhiffen, Oestergren), para suponer causales teleológicas, tendientes a fin, en el origen de tan notable fenómeno. Toda discusión de tales puntos de vista resulta, sin embargo, superflua, al aceptar la directa acción mecánica de las condiciones ambientales, sostenida también por R. Hesse, y que hemos hecho evidente más arriba.

V. Gigantismo en los invertebrados

La gran talla, característica para un elevado número de especies invertebradas antárticas, puede encontrar, quizás, su interpretación causal, sobre las mismas bases que explican, al modo de ver por nosotros sostenido, la viviparía de sus componentes. Habría, pues, que ver esa causa, en un ritmo lento de la vida, motivado por la baja temperatura, y que resulta en la abundancia de reservas orgánicas, materiales de construcción utilizados luego en la elaboración de nuevas masas de protoplasma y, por su intermedio, en una ampliación notable del tamaño.

La demora extraordinaria en la evolución ontogenética de invertebrados sur-polares, se nos revela, en forma muy patente, en el caso de la *Euphausia superba*, que necesita más de dos años para alcanzar su madurez sexual.

Doy, en lo que sigue, una lista de casos característicos de gigantismo en aguas sur-polares:

Foraminíferos:

Astrorhiza granulosa.
Tholosina laevis.
Reophax cylindrica.
Trochamina conglobata.

Pólipos hidroídeos:

Myriothela austro-georgiae.

Equinodermos:

Prionaster.
Leptychaster acrescens.
" *flexuosas.*
" *magnificus.*

Bathybiaster laevipes obesus.
Psilaster charcoti.
Luidaster gerlachei.
Acodontaster elongatus.
" *conspicuus.*
" *hodgsoni.*
Perknaster fuscus antarcticus.
" *charcoti.*
" *aurorae.*
Myoraster antarcticus.
Labidiaster annulatus.
Lysasterias perrieri.
Diplasterias brucei.
Cucumaria grandis.

Anélidos:
Omphis tubicola.
Trypanosyllis gigantea.
Laematonice producta.
Flabelligera mundata.

Quetognato:
Sagitta maxima.

Picnogónidos:
Decolopoda antarctica.

Crustáceos:
Rhincalanus gigas.
Bovallia gigantea.
Podocerus ingens.
Eurythenes gryllus.
Glyptonotus antarcticus.

Moluscos:
Notaeolidia gigas.
Marseniopsis antarctica.

Tunicados:

Ascopera gigantea.
Julinia ignota.
Molgula maxima.
Lissamaroucium magnum.
Styela flexibilis.
Ascidia charcoti.

VI. Talla de los seres homoiotermos

El frío implacable e intenso del ambiente antártico exige de su fauna homoioterma un tamaño mínimo bajo el cual ya no es factible la regulación térmica activa. Cuanto más grande es el cuerpo de los animales en el sentido absoluto, tanto menor será, en relación a la masa orgánica productora de calor, la superficie de irradiación a través de la cual escapan esas vitales energías al medio ambiente. Las aves y los mamíferos grandes cuentan, entonces, con ventajas notables para la mantención de la temperatura interna indispensable al correcto funcionamiento de sus diversas estructuras. Considero aún a esta tiránica influencia selectiva del frío polar sobre aquella fauna, responsable de las migraciones invernales de los cetáceos hembras, que huyen en favor de sus crías a mares más templados. (pág. 172).

Conocimos también, más arriba, (pág. 65), los artificios que ponen en juego las especies de aves más pequeñas (petrel de Wilson), para soportar, a despecho de su cubierta de irradiación relativamente extensa, el embate del frío, construyendo cuevas profundas, de un microclima uniforme.

La influencia de la relación volumen-superficie nos da, entonces, igualmente, la causa que ha impedido en terrenos antárticos la vida de aves pequeñas y de mamíferos de talla reducida. Este estrecho nexo entre la tem-

peratura ambiental y el tamaño absoluto de sus pobladores homoiotermos, fundamenta, como es sabido, la ley de Gloger, según la cual ocurren los representantes de mayor talla de una forma animal en los sectores de mayor frío de su radio de distribución, en tanto que los mutantes pequeños ocupan las zonas más templadas.

Aún en el ambiente antártico mismo se revela la validez de esta ley general, como demuestra el caso de sus pájaros niños, cuyas colonias de puesta se disponen tanto más cercanas al polo, cuanto mayor sea el tamaño corporal de la especie afectada. Así alcanza el pingüino emperador, de 100 a 120 cm. de largo, los puntos más australes. Le siguen *Pygoscelis papua, P. antarctica y Pucheramphus adelia,* con 750 a 800 cm. de largo total, que incuban hasta a los 66 grados sur. *Eudyptes chrysolophus,* finalmente, de escasos 70 cm. de largo, no sobrepasa los 61 grados de latitud sur en sus colonias de puesta.

VII. Reducción de piezas calcáreas

Hemos considerado ya, (pág. 168), el modo en que dificulta la baja temperatura de las aguas antárticas el depósito de carbonato cálcico en los tejidos animales. Los resultados de tan característico fenómeno se traducen ya, a primera vista, en las conchas finas de los moluscos sur-polares.

Por otra parte, se revela su influencia, también, en las pequeñas proporciones de los braquiópodos y en la extraordinaria reducción de los andamiajes calcáreos en muchos asteroídeos, la que culmina en las *Anasterias* antárticas.

Hemos responsabilizado (pág. 168), a la lenta calcificación, aún, del elevado número de vértebras que es propio de los peces sur-polares, en comparación con sus

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

parientes de aguas templadas. El proceso de subdivisión en la columna dorsal cartilaginosa logra avanzar, a nuestro modo de ver, más allá del límite usual durante el largo plazo que le brinda una demorosa osteogénesis definitiva.

Finalmente, debemos ver, también, en estas dificultades del metabolismo cálcico, al primus movens que resulta en la extrema pobreza de formas resistentes al empuje de las olas, y aptas, en consecuencia, para colonizar la zona litoral expuesta al embate de las aguas bravías. De allí que solamente un molusco ocupa en horizontes sur-polares este biotopo, cubierto, en otros mares, por cientos de especies diferentes.

VIII. Uso de sílice.

Como un corolario del dificultado metabolismo cálcico, que impide un uso amplio de este elemento en la construcción de piezas esqueléticas en aguas sur-polares, surge para su población de seres el aprovechamiento maximal de la sílice disuelta en el medio marino. Es tal la abundancia de esponjas y diatómeas antárticas que echan mano de esta substancia para la elaboración de sus mallas de espículas, que nos ha resultado prácticamente imposible obtener muestras de fango desprovistas de tales elementos. Por doquier aparecen en aquel ambiente aún las madejas, más o menos voluminosas, que tejen las olas con las espículas que se liberan, en enormes masas, a la muerte de su portador.

En atención a la cantidad incalculable de sílico-esponjas y de diatomáceas sur-polares, resulta muy sugestivo el punto de vista de Burton, 1932, según el cual volverían a integrarse los esqueletos silíceos sobrantes, previa disolución, naturalmente, en el ciclo metabólico de la sílice de nuevas porciones de seres. Al asumir, en

cambio, la antigua idea del depósito indefinido de estas partes esqueléticas en los fondos marinos, no lograríamos explicar la proveniencia suficiente de tal elemento, mucho menos aún, en el medio oceánico antártico.

IX. Coloración de los seres homoiotermos

La cubierta de plumas o pelos que reviste a las especies homoiotermas antárticas tiende a una coloración clara.

Hemos logrado establecer aún (pág. 58), en el caso del petrel gigante, la evolución histórica de este fenómeno, que conduce, lenta, pero seguramente, a la conservación de los mutantes claros, en detrimento de las fases obscuras.

El monto reducido de rayos caloricos ambientales es responsable, como ya hemos visto también, (pág. 59), de la orientación que sigue este mecanismo selectivo, al resultar en la retención, a toda costa, y a través de una cubierta clara reflejante, de la energía térmica acumulada en el organismo, al perder, entonces, las ondas largas provenientes del ambiente externo.

X. Facilidades de flotación.

La baja temperatura de las aguas antárticas, que aumenta en modo manifiesto su densidad y viscosidad (pág. 121), facilita extraordinariamente la flotación de los seres que se desplazan en su seno.

Las complejas estructuras que aumentan la "resistencia de forma" (pág. 129) en animales pelágicos de mares temperados, pierden, con esto, su valor funcional, su utilidad biológica, en el ambiente sur-polar. Las especies planctónicas del océano antártico se caracterizan

así por carecer de tales flotadores, fenómeno que se revela netamente, tanto en sus pequeños crustáceos copépodos, de formas sencillas, como también en las larvas de los anfípodos, y aún de los esquizópodos, como la *Euphausia*, todas de líneas sobrias, sencillas, desprovistas, entonces, de aquella enorme diversidad de espinas y prolongaciones que adornan a sus representantes en otras aguas de mayor temperatura, y, con ello, menos densas.

XI. Espinas y anfractuosidades en el caparazón de los crustáceos.

Llama la atención en los crustáceos antárticos la abundancia en espinas y prolongaciones que adornan el caparazón de los individuos adultos. No podemos interpretar estas eminencias como mecanismos que aumentan la "resistencia de forma" para la flotación, ya que se trata, en todos los casos, de especies eminentemente bentónicas, que sólo dejan el fondo marino para entregarse a breves excursiones natatorias.

El problema encuentra una solución lógica al recordar la fauna de las arenas en el litoral de otros mares. Aquí también ocurren, en amplia medida, tales adornos que se revelan de gran utilidad al impedir con su resistencia los desplazamientos y arrastres bruscos de aquellos animales en su medio de vida, por los movimientos de agua.

Debemos tener presente, luego, que los seres antárticos son de origen abisal, (pág. 291), y adaptados, consecuentemente, a la vida en el fango. Resulta evidente que también allí cabe utilidad a tales anfractuosidades que aseguran la retención de las especies afectadas en el limo, impidiendo su hundimiento excesivo en la blanda masa.

Las espinas externas de los crustáceos sur-polares encuentran así, igualmente, su interpretación, que nos conduce a admitir, entonces, dos casos posibles: su presencia en calidad de recuerdo del ancestro abisal en las especies de rocas y algas, por una parte, y, por otra, su utilidad actual en aquellas otras formas que viven hoy en día sobre o en el fango de los fondos antárticos.

XII. Eurihalinia

Los continuos y profundos cambios en el tenor mineral de las masas oceánicas sur-polares, causados por las descargas de aguas dulces y los rehielos sucesivos, exigen de la población marina antártica una amplia capacidad para soportar tales desnivelaciones en la concentración. Toda forma estenohalina es eliminada, consecuentemente, de inmediato, en este ambiente, que sólo admite especies ampliamente eurihalinas.

Los doce rasgos sintomáticos del carácter distintivo del vivir antártico, significan otros tantos requisitos que posibilitan la existencia de seres vivos en aquel medio ambiente. Cumplen, pues, la misma función, como las numerosas concordancias particulares que, en un capítulo anterior, vimos establecerse entre las condiciones ambientales antárticas y el modo de ser de sus habitantes vegetales y animales.

Para apreciar estos hechos en toda su importancia, hay que tomar en consideración la inhospitalidad de las regiones antárticas, que tantas veces tuvimos que constatar en el curso del presente estudio. En atención a ella esperaríamos, más bien, encontrar allí, únicamente, desolación y trágica destrucción.

Sin embargo, notamos que, al contrario, el afán cósmico de creación de vida ha conquistado aún esos desiertos helados, obteniendo en sus confines, lugar para numerosas poblaciones de organismos. Tal resultado se debe a una admirable acción seleccionadora entre la copiosa variedad de formas, que la naturaleza pródiga desparrama por doquier.

Así es, precisamente, a la vista de la terrible inclemencia de los parajes antárticos, que nos impresiona la perfección de las adaptaciones estructurales y de hábitos que esa selección ha hecho conservarse y traducirse en cualidades duraderas de los respectivos seres vivientes, y comprendemos cómo el Almirante Byrd, según narra en su libro "Soledad", (pág. 130), intuyó en esa naturaleza "un dulce ritmo, el acorde de una cuerda perfecta, la música de las esferas, tal vez".

CONCLUSION

Proyecciones de la biología antártica sobre la economía humana

El hombre se siente incitado por un potente impulso a escudriñar los modos de trabajo que pone en juego la naturaleza para desparramar constantemente nuevas formas de seres a la arena de la lucha por la existencia y las condiciones que rigen la conservación y siempre progresante superación de esas formas—todo esto en la esperanza de llegar así a descubrir las fuerzas motoras del cosmos y su posible orientación.

El interés por estos problemas teóricos ya bastaría como motivo para promover la investigación de los hechos biológicos. Y el mismo interés ha estado pulsando también en la labor de observaciones y reflexiones que se halla condensada en las páginas precedentes.

Pero el objetivo indicado no agota todo el valor que se intenta conseguir de los estudios aquí considerados. La Antártica es un inmenso depósito todavía poco explotado de bienes naturales que pueden ser de gran provecho para la economía humana.

El aprovechamiento integral de estas riquezas requiere, sin embargo, como medida previa y base indispensable un estudio profundo y detallado de sus condiciones. En tanto que los tesoros minerales en tierras antárticas se habrán de substraer todavía por algún tiempo, bajo su mortaja de hielo, a la

mano del hombre, no se opone barrera alguna a la industrialización de los bienes que brindan flora y fauna.

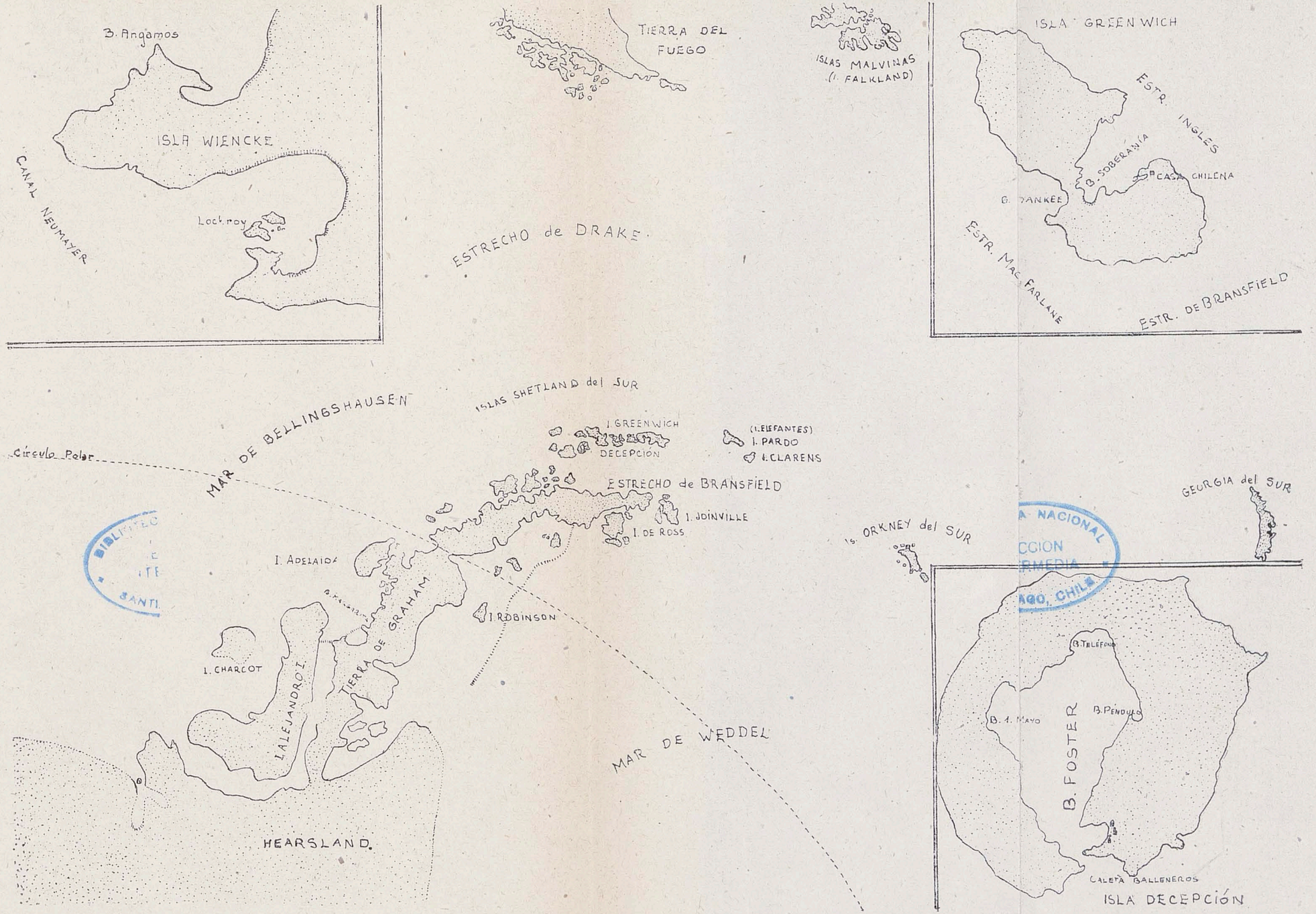
La notable acumulación de grasa en los organismos homoiotermos, protección contra el frío ambiente, marca una de las metas primeras para el interés económico del hombre. Con el presente estudio se incorpora también Chile en la fila de los países que luchan por desentrañar los múltiples fenómenos vitales relacionados con el origen, la elaboración orgánica y evolución del preciado aceite en la fauna antártica explotable.

Debemos tener muy presente que ballenas, focas y pingüinos, los proveedores directos del tejido adiposo, no corresponden sino al vértice de una larga cadena de presas y captores, cada uno de cuyos eslabones es capaz de inducir profundas modificaciones en las migraciones y modalidades de desarrollo de las formas explotables, fenómenos de la más grande importancia práctica. El conocimiento detallado de los componentes de estas cadenas alimenticias se traduce por lo tanto en datos directamente aplicables a las faenas industriales.

Pero no es solamente el aceite el único elemento de valor que brindan los seres antárticos a la economía humana. También el plancton—más condensado en aquellas aguas que en otros océanos—ofrece la posibilidad de obtener materias nutricias de gran importancia, eso sí, únicamente sobre la base de un detallado análisis, tanto biológico-sistemático como químico, tarea que ya se está cumpliendo en Chile, precisamente a raíz de las investigaciones consignadas en esta publicación, en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Veterinarias.

Baste con estos pocos ejemplos para hacer ver la importancia que puede y debe tener la aplicación práctica de las enseñanzas biológicas, tales como han sido cosechadas en expediciones antárticas. Consideramos, pues, los estudios expuestos en el presente libro como la iniciación y fundamentación de un trabajo de mayor aliento del que es lícito esperar resultados benéficos de prosperidad material.





BIBLIOTECA NACIONAL
SANTIAGO, CHILE

ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Buch stellt die biologischen Ergebnisse der Erfahrungen und Sammlungen dar, die der Verfasser als Teilnehmer der in den Monaten Januar bis April 1947 durchgeführten chilenischen Antarktisexpedition zu ernten vermochte. Die Fahrtlinie der Expedition ist aus der Fig. 1 ersichtlich.

Kap. I.—Biogeographische Grenze der antarktischen Region

Die Antarktis als biogeographische Zone wird durch den Zusammenprall zwischen den subantarktischen Wassermassen und dem kalten, eigentlichen antarktischen Meere begrenzt. Diese «Konvergenz» wird in ihrer Schrankenwirkung noch verstärkt duch die grosse Tiefe der Drake Passage, die starke Strömung dieses Meeresabschnitts und die unterseeische Kette des Schottischen Bogens. Sie begünstigt die Erhaltung eigener Mutanten, welche die typischen Züge der antarktischen Fauna und Flora bedingen.

Kap. II.—Leben auf dem Kontinent

A.—*Leben in Eis und Schnee*

Aptenodytes forsteri, Gray; Leptonychotes weddeli, Lesson; *Lobodon carcinofaga*, Hombr. und Jacq.; *Ommatophoca rossii*, Gray; *Hydrurga leptonyx*, B. und *Antarctophtyrius ogmorhini*,

Enderlein stellen die charakteristischen Vertreter der Tierwelt.

Als Anpassungsmechanismen sind wichtig: Fettpolster, Federkleider, helle Färbung des Haarkleids als Schutz gegen die Kälte. Auch die erhebliche absolute Körpergrösse, die dieser Fauna eigen ist, begünstigt das Leben in der kalten Umwelt, da ihr ja eine relativ geringe Oberfläche entspricht.

B.—*Leben zwischen Moosen und Flechten*

Bewohner: *a*) In den wasserumpsülten tieferen Schichten der Vegetation: Amoeben, Bärtierchen, Rundwürmer und Rädertierchen, die briophyle Fauna; *b*) in den über das Wasser hervorragenden Rasen: brioxene Milben, Springschwänze und flügellose Fliegen.

Eine ausgesprochene Eurythermie ermöglicht die Existenz dieser Formen, die bald zu Eis gefroren, bald einer Insolationstemperatur von + 15° C ausgesetzt sind. Auch in ihrer Bewegungsmechanik, Atmung, Ernährung und Fortpflanzung sind sie eng an die Umweltbedingungen angepasst. In gleicher Richtung wirkt eine ausgeprägte Genügsamkeit, die die passive Einschleppung dieser Arten ermöglichte.

Eigene Mutationen brachten weitere Fortschritte. Indessen dürfte die Flügellosigkeit der chironomiden Dipteren nicht erblich festgelegt, sondern auf eine standortbedingte ungenügsame Entfaltung der Flügel zurückzuführen sein.

C.—*Leben auf schneefreiem Boden*

See-Elefanten und die Mehrzahl der antarktischen Vogelwelt besetzen das durch die Schnee- und Eisschmelze freigewordene Land, hier zur Fortpflanzung Einzelnester oder auch ausgedehnte Brutkolonien anlegend. Die Verteilung der verschiedenen Arten wird hauptsächlich durch ihre dynamischen Fähigkeiten, ihre Feinde und das jeweilige Mikroklima bedingt. Färbung und Körperproportionen stehen in engem Verhältnis zu den Umweltstemperaturbedingungen. Das Sozialleben ist vielseitig und ausgeprägt. Brütung und Brutpflege passen sich besonders hinsichtlich des Wärmeschutzes der Witterung an.

D.—*Leben in den Süsswasserpfützen*

A. vermochte das Auftreten ozeanischer Hyperiden-Krebse in den Süsswasseransammlungen des antarktischen Strandgebietes festzustellen. Neben ihnen kommen Urtierchen, Rädertiere und Rundwürmer vor. Ihr Übergang in das Süsswasser wird im antarktischen Gebiet begünstigt sowohl durch die gleich niedrige Temperatur des Meer- und des Süsswassers, als auch durch die Aussüssung der Oberflächenschicht des Ozeans.

E.—*Leben in der Luft.*

Der Flug der antarktischen Vögel wird in seiner vielfachen Anpassung an die Sonderbedingungen der Umwelt betrachtet. Der Schwirrflug der kleinen Sturmvögel und der Gleitflug treten als besonders charakteristische Züge der Dynamik hervor.

KAP. III.—LEBEN IN DEN FREIEN WASSERMASSEN DES OZEANS.

Die eigenartigen Temperatur- und Strömungsverhältnisse des südpolaren Meeres verwischen die Grenze zwischen Tiefsee und Oberflächenschicht, sowohl als zwischen neritischem und ozeanischem Pelagial. An Stelle dieser, in den übrigen Meeren vorherschenden Einteilung, besteht eine vertikale dreifache Schichtung: kalte und wenig salzhaltige (1,5%) Oberfläche, nordwärts fliessend; eine tiefere Schicht, von höherer Salzkonzentration (3,5%) und höherer Temperatur, südwärts strömend; und ein tiefstes, zugleich kaltes und salzhaltiges Stratum in nordwärts gerichteter Bewegung.

Die planktontenverschleppende Wirkung der nord- und südwärtsgerichteten Strömungen wird zu einem grossen Teil durch vertikale Wanderung der Fauna und Flora aufgehoben. Bei verschiedenen Diatomeen und Krebsen werden so die erwachsenen Individuen nach Norden und in den Bereich der zerstörenden «Konvergenz» entführt, indes die Jugendstadien in das zweite, mittlere Stratum fallen und in ihrem Schosse wiederum den antarktischen Küstenwässern zugeführt werden.

Tier- und Pflanzenwelt sind in ihren Bewegungsfunktionen eng an die Dichteverhältnisse des Wassers angepasst.

Der grosse Salzvorrat der Oberflächenschicht, der stets von Neuem durch die aufsteigenden Massen erneuert wird, ermöglicht das Bestehen einer überreichen Phytoplanktonpopulation, die ihrerseits das artenarme, aber an Individuen vielzählige Zooplankton unterhält. Da der Vorrat an Nahrungssalzen durch die planktonischen Pflanzen nicht aufgezehrt werden kann, tritt das karge Licht als Beschränkungsfaktor auf.

Die Ernährungsverhältnisse im Westen und Osten der Grahamhalbinsel weisen erhebliche Unterschiede auf. Der Salzreichtum des östlich gelegenen Weddelmeeres bedingt letzten Endes sogar die wirtschaftlich wichtige Anhäufung der Bartenwale in jenen Gewässern.

Der auffällige «Ausschluss» des Zooplankton durch ein lokales und reich entwickeltes Phytoplankton liesse sich vielleicht durch die erhöhte O-H Ionenkonzentration des Wassers erklären, die durch den starken CO_2-Verbrauch der Pflanzen bedingt wird.

Die niedere Wassertemperatur erschwert den Kalkmetabolismus, schwache Skelettentwicklung mit sich bringend. Die hohe Wirbelzahl der antarktischen Fische lässt sich so auf die zeitlich hinausgeschobene Verknöcherung der Corda dorsalis zurückführen, welcher auf diese Weise eine grössere Zeitspanne zu vollständigerer Aufteilung geboten wird.

Das Fehlen pelagischer Larven bezeichnet die Fortpflanzung der antarktischen Planktonten.

Die jährliche Wintermigration der Wale wäre auf das Wärmebedürfnis der Jungen zurückzuführen, deren grössere relative Oberfläche die Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur erschwert.

Kap. IV.—Leben auf dem Meeresboden

A.—*Leben in der Brandungszone*

Nacella polaris ist das einzige Lebewesen, das in diesem Biotop zu bestehen vermag. Der durch Kälte erschwerte Kalk-

metabolismus dürfte für das Fehlen brandungsbeständiger Formen verantwortlich zu machen sein.

B.—*Leben am Geröllstrand*

Die Tierwelt wird duch zwei Planarien (*Procerodes wandeli*, *Stylochoides albus*), einen tubikolen Polichaet (*Polycirrus*), Enchytreiden und zwei Mollusken (*Cyamium subquadratum* und *Laevilittorina* sp.) vertreten.

Geringe Körpergrösse und besondere Gewebsfestigkeit ermöglichen das Überleben dieser Formen inmitten der rollenden und mahlenden Steinmassen. Ausgeprägte Eurythermie und Euryhalinie sind gleichfalls Grundbedingungen für ihre Existenz.

Die geringen Nahrungsmengen mögen durch Selektion die Kleinheit aller vertretenen Arten bedingt haben.

Cyamium fällt durch hochentwickelte Brutpflege auf.

C.—*Leben auf den Felsgründen*

Die reiche Fauna sitzt dem Felsen sowohl direkt (Schwämme, Madreporen, *Spirorbis*), als auch vermittelst langer Stengel (Hydroidpolypen, Tunikaten: *Julinia ignota*) auf. Andere Formen saugen sich durch breite Sohlenplatten (Tricladiden, Käferschnecken), Körperscheiben (der Schlangenstern *Ophiopyren regularis*), Ambulakralfüsschen und konkave Körperunterfläche, die als Saugplatte wirkt (der Kopepode *Porcellidium*), an. Die Isopoden *Janira*, *Microarcturus* und *Cymodocella* klammern sich durch Klauen am Felsen an.

Schutz- und Verteidigungsapparate treten in ganz besonderen Ausmassen auf.

Brutpflege ist weit verbreitet.

D.—*Leben in den Algenwäldern*

Auf den Riesenalgen *Macrocystis* lebt eine besonders individuenreiche Fauna mit folgenden Hauptvertretern: Schwämme, Lucernariidenmedusen, Hydroidpolypen, *Spirorbis*, *Thelepus*, *Terebella*, Nereiden, Euniciden, Sigalioniden, kleine

Brachiopoden, Seesterne, die Schnecke *Margarita*, Hinterkiemer wie *Charcotia* u. a., der Kopepode *Porcellidium*, der Isopode *Munna*, verschiedene Panthopoden, Acariden und die Tunikaten *Colella* und *Botrylloides*.

Die in anderen Meereszonen so auffallenden mimetischen Anpassungen fehlen hier völlig. Die geringe Anzahl der vertretenen Arten und der hierdurch verminderte Lebenskampf dürften solche Schutzmechanismen überflüssig machen.

E.—*Leben in Schlamm und Sand*

Das Fehlen algenbewachsener Strecken fällt auf. Die geringe Ausdehnung der durchleuchteten Meereschicht, die die Brandungszone nicht zu überragen vermag, ist hierfür verantwortlich.

Viele Tierarten versuchen sich durch lange Stiele über den Schlamm zu erheben (Bryozoen: *Himantozoum*, *Menipea*, *Idmonea;* Ascidien: *Colella*). Andere Arten kriechen mittelst besonders verlängerter Beine auf seiner Oberfläche (Schlangensterne, *Buccinum*, *Rissoa*, Pantopoden, Seroliden, *Anceus*, Amphipoden). Eine dritte Formengruppe lebt inmitten der Sand- und Schlammassen (Nemertinen, Polychaeten wie *Flabelligera*, Gephyreen, *Dentalium*, verschiedene Lamellibranchier, die Crustaceen *Glyptonotus*, *Waldeckia*, *Orchomenella*, *Eurythenes*, *Eudorella*, *Cyclaspis*, *Campylaspis* usw., *Molgula*, Fische).

Die Nahrungsaufnahme geschieht sowohl durch die direkte Aufnahme von Schlamm, als auch durch die Erzeugung zentripetaler Strömungen. Die detritophagen Formen fallen den Fleischfressern zur Beute. Der erschwerte Gasaustausch wird durch ausgedehnte Respirationsfläche und andere Mechanismen gefördert.

F.—*Leben auf und in Schwämmen*

Leitformen sind: *Thoracostoma* (Nematode), *Nereis* (Polychaet), *Cerithium* (Gastropode), *Desmosoma*, *Antias*, *Antarcturus*, *Austrimunna* (Isopoden).

Geringe Körpergrösse, wurmartige Körperform und passiv wirkende Greifhaken zeichnen die Schwammbewohner aus.

Kap. V.—Leben in den grossen Meerestiefen

Die besonderen geophysischen Verhältnisse der Antarktis verwischen die biologisch bedeutsamen Unterschiede zwischen Oberfläche und Tiefenschicht des Meeres. Hiermit im Einklang steht das Fehlen einer ausgesprochenen antarktischen Tiefseefauna.

Kap. VI.—Abstammung der antarktischen Lebewesen

1.—Die tertiäre Fauna des südpolaren Kontinents stellt einen geringen Teil der heutigen Bewohner (Ophiuroiden, Asteroiden, Echinoiden, Holothurien, Picnogoniden, einige Halacariden wie *Leptospathis*, der Oktopode Tintenfisch *Eledone*, Fische und Pinguine).

2.—Nach eingetretener Vereisung, die die grösste Menge der Tertiärformen zerstört, steigen in grosser Anzahl Tiefseearten zu den kalten Küstenwässern der Antarktis empor, die Hauptmasse der heutigen Fauna ausmachend.

3.—In neuester Zeit erreichen äusserst widerstandsfähige Tiere durch passive Verschleppung die Antarktis (Protozoen, Landmilben, Poduriden, Bärtierchen, Rädertiere und Rundwürmer).

4.—Aus den angrenzenden Meeresteilen treten laufend kälteresistente Formen in das Polarwasser über (Balaniden; Kopepoden: *Anchorella, Brachiella, Penella;* Infusorien: *Cothurniopsis;* Malophagen: *Deegeriella*).

A. führt Beweise gegen das Bestehen einer tertiären antarktischen Landbrücke an und weist die Möglichkeit solcher Verbindungen (Ihering's «Archinotis») zurück.

Kap. VII.—Die 12 eigentümlichen Züge der antarktischen Lebewesen

1.—Geringe Anzahl der vertretenen Tier- und Pflanzenarten bei grosser Individuendichte.

2.—Die vorhandenen Nahrungsmittel übertreffen die Bedürfnisse von Flora und Fauna.

3.—Primitivität der Fauna.

4.—Brutpflege bei vielen Wirbellosen.

5.—Riesenwuchs bei Wirbellosen.

6.—Erhebliche Körpergrösse der eigenwarmen Tiere.

7.—Geringe Ausbildung von Kalkskeletten.

8.—Ausgiebige Verwendung von Kieselgerüsten.

9.—Helle Färbung der Homoiothermen.

10.—Geringe Ausbildung formwiderstandserhöhender Körperauswüchse der Planktonten, deren Verwendung durch die hohe Dichte des kalten Wassers überflüssig wird.

11.—Weitverbreitetes Vorkommen von Stacheln und anderen Fortsätzen am Panzer der Krustaceen, die einem Versinken im Schlamm vorbeugen.

12.—Euryhalinie der antarktischen Wassertiere und-pflanzen.

Der Schluss der Buches weist kurz hin auf die wirtschaftliche Verwertung der dargelegten biologischen Erkenntnisse und auf die zu diesem Zwecke nötige weitere wissenschaftliche Verarbeitung des in der Antarktis gewonnenen Materials.

SUMMARY

(Traducción: Gentileza de la señorita María Grassau)

The present book is a report of the biological conclusions about the experiences and materials collected by the A. during the antarctic expedition, carried out by the chilean government, January to April 1947. The route of this expedition may be followed in fig. 1.

Chapter I.—Biogeographical Limit of the Antarctic Region

The biogeographical zone of the Antarctis is limited by the collision of the sub-antarctic water masses and the much colder waters of the actual antarctic sea. The limiting effect of this «Convergence» is further increased by the great depth of the Drake Passage, the strong currents of this sea and the submarine range of the Scotch Arc. These conditions contribute to maintain the local mutants which are typical of the antarctic flora and fauna.

Chapter II.—Life on the Continent

A.—*Life among Ice and Snow.*

Aptenodytes forsteri, Gray; *Leptonychotes weddeli*, Lesson; *Lobodon carcinofaga*, Hombr. and Jacq.; *Ommatophoca rossii*,

Gray; *Hydrurga leptonyx*, B. and *Antarctophtyrius ogmorhini*, Enderlein are the typical representatives of animal life.

The most important adaptative mechanisms are the following: fat pannicles, feather clothings, light color of the hide, to protect against cold. The large absolute size of the body, which is a typical trait of this fauna, is another factor which favors life in these cold surroundings, as it corresponds to a relatively small surface.

B.—*Life among Mosses and Lichens*

Dwellers: *a*) in the more profound layers of the water-surrounded vegetation: amoebae, tardigrades, nematodes and rotifers constitute the briophilic fauna; *b*) in the turf emerging from the water: brioxenic mites, collembolae and wingless flies.

A very marked eurythermie makes life possible for these forms, which at some times are frozen to ice and others exposed to an insolating temperature of +15° C.

The mechanics of their movements, their respiration, feeding and reproductive habits are also closely adapted to the conditions of their surroundings. Even their extreme frugality serves this same purpose and has rendered possible the passive inmigration of these species.

Further progress was attained through local mutations. Nevertheles the winglessness of the chironomide Dipteres is in all probability not hereditary, but based on a locally determined scarce displaying of the wings.

C.—*Life on Snow-free Ground*

The extensions of ground left free by the thawing of ice and snow are occupied by sea-elephants and the great majority of the antarctic birds; here they reproduce themselves, constructing either individual nests or large brooding colonies.

The distribution of the different species is conditioned primarily by their dynamic faculties, their enemies and the microclimate of the place and moment. Colors and body pro-

portions are intimately related to the surrounding temperature conditions.

Their social life is intensive and many-sided. Brooding and the care of the young are adapted to the weather conditions.

D.—*Life in the Sweet-Water Pools*

The A. could establish the presence of oceanic hyperid crustaceans in the sweetwater pools of the antarctic beaches. Besides are to be found protozoans, nematodes and rotifers. Their passage into sweet water is made possible in these regions, due to the evenly low temperature of sea and sweet water and the gradual sweetening of the surface layer of the ocean.

E.—*Life in the Air*

The flight of the antarctic birds is considered in its many-side adaptations to the conditions of the surroundings. The fluttering flight of the small storm-birds and the gliding flight are typical traits of its dynamics.

Chapter III.—Life in the Open Ocean

The very peculiar condition of temperature and water currents in the South Polar Sea efface the differences between the profound and upper layers and between neritic and oceanic pelagial as well. Instead of this division, which is commonly found in all other oceans, we find a threefold vertical stratification: a cold upper stratum of low saline concentration (1,5%), streaming northwards; a deeper layer of higher saline concentration (3,5%) and higher temperature, flowing towards south; and a lowermost stratum, which is cold and saline and whose movement is directed toward north.

The action of the currents, which consists in carrying the plancton north and southwards, is partly annulled by the vertical movements of the flora and fauna. Thus, for instance, in different types of diatomeas and crustaceans, the adult specimens are carried north towards the zone of the destructive «Convergence» while the juvenile stages fall into the

second layer and are carried by its action towards the antarctic coasts.

Animal and vegetal life is closely adapted, in its motor functions, to the density conditions of the water.

The high saline content of the upper layer, which is constantly renewed by the new water masses coming up from the lower strates, provides the condition for the existence of an extremely rich population of phytoplancton, which on its turn serves to support the zooplancton, this latter, although it counts only a few species, having a numberless population of individuals. As the existing stock of nourishing salts cannot be completely consumed by the plancton, the only limiting factor is the scarce light.

The feeding conditions vary considerably in the East and West of Graham Land. The high salt content of the Weddel Sea in the East, for instance, is the ultimate condition for the great abundance of mysticete whales in these waters which are an important commercial factor.

The peculiar «exclusion» of the zooplancton by a local and richly developed phytoplancton, might probably find its explanation in a higher concentration of OH ions in the water, caused by the high CO_2 consumption of the plants.

The low temperature of the water makes the calcium metabolism difficult and causes a poor skeletal developement. Thus, the large number of vertebrae in the antarctic fishes can be traced back to the fact that the ossification of the corda dorsalis begins very late; it has therefore more time at its disposal to accomplish a more complete subdivision.

The absence of pelagic larvae is a caracteristic of the reproduction of the antarctic planctons.

The yearly winter migration of the whales might be due to the need of warmth of their young, whose relatively larger surface makes it more difficult to keep an even temperature.

Chapter IV.—Life on the Bottom of the Sea

A.—*Life in the Surf*

Nacella polaris is the only living being that subsists in this biotope. The reason of this lack of surf-resisting forms

might be sought in the fact that the calcium metabolism is rendered more difficult because of the extreme cold.

B.—*Life on the pebbled Beaches*

Animal world has the following representatives: 2 planaries (*Procerodes wandeli*, *Stylochoides albus*), one tubicular polichete (*Polycirrus*), enchytreides and 2 molluscs (*Cyamium subcuadratum* and *Laevilittorina sp.*).

A small body size and a special firmness of the tissues make it possible for these forms to survive among the rolling and grinding stone masses. A very marked eurithermie and eurihalinie are two other fundamental conditions for their existence.

As there are only very small quantities of nourishment in these areas, this factor may have determined, through the mechanism of selection, the small size of all species represented here.

Cyamium is noteworthy on account of its highly developed care of the young.

C.—*Life on the Rocks*

A very abundant fauna clings to the rocks, either directly (sponges, madrepores, *Spirorbis*) or by means of long stalks (hydroid polyps, tunicates: *Julinia ignota*). Other forms adhere themselves by means of broad sole plates (tricladids, amphineura), body disks (the ophuroid *Ophiopyren regularis*), small ambulacral feet or a concave lower surface of the body, which is used as a sucking plate (the copepode *Porcellidium*). The isopodes *Janira*, *Microarcturus* and *Cymodocella* cling to the rock by means of claws.

The mechanisms of defense and protection are extremely numerous.

The care of the brood is an almost general caracteristic.

D.—*Life among the Algae*

On the giant algae *Macrocystis* lives an extremely populous fauna, whose principal representatives are the following: spon-

BIBLIOTECA NACIONAL SECCION INTERMEDIA

ges, lucernarid medusas, hydroid polypes, *Spirorbis*, *Thelepus*, *Terebella*, nereids, eunicids, sigalionids, small brachiopodes, starfisches, the gastropode *Margarita*, opistobranchiates as *Charcotia* and others, the copepode *Porcellidium*, the isopode *Munna*, various panthopodes, mites and the tunicates *Colella* and *Botrylloides*.

Mimetic adaptations, which are so typical in the other seas, are completely missing. The small number of species makes struggle for life less intense, rendering such defense mechanisms superfluous.

E.—*Life in Slime and Sand*

The absence of areas covered with algae is the peculiar trait. The reason for this is a small extension of the light-infiltrated stratum of the water, which cannot surpass the line of the surf zone.

Several animal species try to rise above the slime by means of long stalks (bryozoens: *Himantozoum*, *Menipea*, *Idmonea;* ascidias: *Colella*). Other species have specially long legs with which to creep along on the mud (ophiuroids, *Buccinum*, *Rissoa*, pantopodes, serolids, *Anceus*, amphipods). A third group lives within the masses of slime and sand (nemerteans, polichaetes as *Flabelligera*, gephyrea, *Dentalium*, various lammelibranches, the crustaceans *Glyptonotus*, *Waldeckia*, *Orchomenella*, *Eurythenes*, *Eudorella*, *Cyclaspis*, *Campylaspis* a. s. o., *Molgula*, fishes).

Food is taken in either by the direct absorption of mud or by causing centripetal currents. The detritophages become the booty of the carnivorous species. The gas metabolism which is rendered more difficult, is on the other hand favored by an extensive respiratory surface and other mechanisms.

F.—*Life in and on the Sponges*

The principal forms are: *Thoracostoma* (nematode), *Nereis* (polichet), *Cerithium* (gastropode), *Desmosoma*, *Antias*, *Antarcturus*, *Austrimunna* (isopodes).

The inhabitants of the sponges are caracterized by a small

body size, a worm-like shape and clasping hooks of passive action.

Chapter V.—Life in the great Depths of the Sea

The special biophysical conditions of the antarctic region diminish greatly the biologically important differences between the surface and the deeper layers of the sea. The absence of a real antarctic fauna in the great depths of the sea is a fact that derives from the beforegoing.

Chapter VI.—Origin of Antarctic Life

1.—The tertiary fauna of the South Polar Continent provided a small fraction of its actual inhabitants (ophiuroids, asteroids, echinoids, sea-cucumbers, picnogonids, some halacarids as *Leptospathis*, the octopode cuttlefish Eledone, fishes and penguins).

2.—After the freezing, which destroyed most of the tertiary forms, a large number of species inhabiting the great depths of the ocean began to rise towards the cold waters of the antarctic coasts; they constitute the great mass of the actual fauna.

3.—Lately, some very resistant specimens were carried in a passive way to the antarctic regions (protozoans, land mites, podurides, tardigrades, rotifers and nematodes).

4.—Cold-resisting forms are constantly passing from the adjoining oceans into the polar sea (barnacles, copepodes: *Anchorella, Brachiella, Penella;* protozoans: *Cothurniopsis;* malophages: *Deegeriella*).

The A. adduces arguments against the existene of a tertiary antarctic land-bridge and denies the possibility of such intercontinental union («Archinotis» of Ihering).

Chapter VII.—The 12 caracteristic Traits of Antarctic Life

1.—Small number of animal and vegetal species, but great density of their populations.

2.—The stocks of nourishing elements exceed the needs of flora and fauna.

3.—Primitive fauna.

4.—Care of brood in many invertebrates.

5.—Giant size of invertebrates.

6.—Relatively large body size of homoiotherm animals.

7.—Scanty development of calcium skeletons.

8.—Large use of silicate skeletons.

9.—Light color of the homoiothermes.

10.—Scanty development of those body protuberances which increase form-resistance in the planctons, the use of which becomes superfluous on account of the great density of the cold water.

11.—Very frecuent apparition of spines and similar configurations on the shells of the crustaceans, which prevent them from sinking into the slime.

12.—Eurihalinie of antartic water animals and plants.

The conclusion refers briefly to the economic exploitation based on these biological experiences, and indicates the necessity of further scientific study of the materials gathered in the Antarctic.

BIBLIOGRAFIA

AGASSIZ, A. 1881. Rep. on the Echinoidea. Chall. Rep., Zool. Vol. III.

ALLMAN, G.—1883. Rep. on the Hydroida. Chall. Rep., Zool. Vol. VII.
1888. Rep. on the Hydroida. Chall. Rep., Zool. Vol. XXIII.

ANDRES, A.—1884. Le Attinie. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.

ANTHONY, R. 1907. Oiseaux et Mammifères. Exp. Ant. Franc.

ARDLEY, R.—1936.—The birds of the S. Orkneys Islands. Disc. Rep. Vol. XII.

BARG, F.—1917. Über die Spirorbisarten Schwedens. Zool. Bid. fran Upsala. Bd. V.

BARGMANN, H.—1937. The Reproductive System of *Euphausia superba*. Disc. Rep. Vol. XIV.

BARNARD, K. H.—1932. Amphipoda. Disc. Rep. Vol. V.

BARRETT-HAMILTON, G. E.—1901. Seals. Exp. Ant. Belge.

BATE, C. S.—1888. Rep. on the Crustacea Macrura. Chall. Rep. Zool. Vol. XXIV.

BAUR.—1897. New Observations on the Origin of the Galapagos Islands. Am. Naturalist.

BAYLISS, E. y COMPSTON, J.—1939. Handbook and Index to accompany a Map of Antartica. Dep. of the Interior. Camberra.

BEDOT, M.—1893. *Bathyphysa grimaldii*. Inst. Océan. Monaco. Fasc. V.
— 1903. Sur un Animal Pélagique de la région Antarctique. Exp. Ant. Franc.
— 1904. Siphonophores. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXVI.

BEDDARD, E. F.—1883. The former northward Extension of the Antarctic Continent. Nature. Vol. LIII.
— 1885. Rep. on the Isopoda. Part I. Chall. Rep. Zool. Vol. XI.
— 1886. Rep. on the Isopoda. Part II. Chall. Rep. Zool. Vol. XVII.

BENNETT, A.—1932. Whaling in the Antarctic. New York.

BERGH, R.—1884. Rep. on the Nudibranchiata. Chall. Rep. Zool. Vol X.
— 1886. Rep. on the Marseniadae. Chall. Rep. Zool. Vol. XV.

— 1898. Die Opisthobranchier der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. I. Heft 3.
— 1899. Nudibranches et Marsénié. Inst. Océan. Monaco. Fasc. XIV.

BERGSTRÖM, E.—1914. Zur Systematik der Phyllodociden. Zool. Bidr. fran Uppsala. Bd. III.
— 1916. Die Polynoiden der Schwedischen Südpolarexpedition. Zool. Bidr. fran Uppsala. Bd. IV.

BILLARD, A.—1907. Hydroides. Exp. Ant. Franc.

BLANFORD.—1890. Presidential Address. Quart. Journ. Geol. Soc. London.

BÖHMIG, L.—1908. Turbellarien. Exp. Ant. Belge.

BÖKER, H.—1935. Vergleichende Biol. Anat. der Wirbeltiere. Bd. I. Jena.
— 1937. Vergleichende Biol. Anat. der Wirbeltiere. Bd. II. Jena.

BOUVIER, E.—1906. Pycnogonides du «Française». Exp. Ant. Franc.
— 1913. Pycnogonides du «Pourquois Pas?» Deux. Exp. Ant. Franc.

BRADY, G.—1880. Rep. on the Ostracoda. Chall. Rep. Zool. Vol. I.
— 1883. Rep. on the Copepoda. Chall. Rep. Zool. Vol. VIII.

BRANDT, K.—1885. Die Kolonie-bildenden Radiolarien. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.

BRAZIER HOWELL, A.—Contribution to the Comparative Anatomy of the Eared and Earless Seals. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 73 art. 15.

BREITFUSS, L.—1898. Die Kalkschwämme der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. I. Heft 2.

BROOK, G.—1889. Rep. on the Antipataria. Chall. Rep. Zool. Vol. XXXII.

BÜRGER, O.—1895. Die Nemertinen. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
— 1904. Nemertinen. Exp. ant. Belge.

BURTON, M.—1932. Sponges. Disc. Rep. Vol. VI.
— 1934. Sponges. Swed. Ant. Exp. Vol. III.

BUSK, G.—1884. Rep. on the Polyzoa. Part. I. Chall. Rep. Zool. Vol. X.
1886. Rep. on the Polyzoa. Part II. Chall. Rep. Zool. Vol. XVII.

CABRERA, A. y YEPES, J.—1940. Mamíferos Sudamericanos. B. Aires.

CANNON, G.—1931. Nebaliacea. Disc. Rep. Vol. III.

CARDOT, J.—1907. Mousses. Exp. Ant. Franc.

CARL, M. J.—1907. Collemboles. Exp. Ant. Franc.

CARLGREN, O.—1930. Die Lucernariden. Swed. Ant. Exp. Vol. II. N.° 4.

CARPENTER, H.—1884. Rep. on the Crinoidea. Part I. Chall. Rep. Zool. Vol. XI.
— 1888. Rep. on the Crinoidea. Part II. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVI.

CARPENTER, W. B.—1883. Rep. on the Specimens of the genus Orbitolites. Chall. Rep. Zool. Vol. VII.

CHEVREUX, Ed.—1907. Crustacés amphipodes. Exp. Ant. Franc.

CHUN, C.—1880. Die Ctenophoren des Golfes v. Neapel. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
— 1900. Aus den Tiefen des Weltmeeres. Deutsche Tiefsee-Exp. Jena.

CLOWES, A.—1934. Hydrology of the Bransfield Strait. Disc. Rep. Vol. IX.
CORDOVEZ, E.—1945. La Antártida Sudamericana. Santiago de Chile.
COUTIÈRE, H.—1907. Crustacés Schizopodes et Décapodes. Exp. Ant. Franc.

DABBENE, R.—1910. Catálogo sistemático y descriptivo de las aves de la República Argentina. Tomo I. Anal. Mus. Nac. Bnos. Aires.
DADAY, E.—1908. Ostracodes marins. Exp. Ant. Franc.
— 1913. Deux Infusoires Nouveaux de la Région Antarctique. Deux. Exp. Ant. Franc.
— 1913. Ostracodes marins. Deux. Exp. Ant. Franc.
— 1913. Phyllopodes Anostraces. Deux. Exp. Ant. Franc.
DAHL, F.—1921. Ökologische Tiergeographie. Bd. I. Jena.
— 1923. Ökologische Tiergeographie. Bd. II. Jena.
DALL, W.—1876. Mollusks. Nat. Hist. of Kerguelen Island. Washington.
DARWIN, C.—1859. The Origen of Species.
DAUTZENBERG, P.—1889. Contribution à la faune Malacologique des Isles Açores. Mónaco. Fasc. I.
DAVIDSON, T.—1880. Rep. on the Brachiopoda. Chall. Rep. Zool. Vol. I.
DEACON, G.—1933. A general Account of the Hydrology of the S. Atlantic Ocean. Disc. Rep. Vol. VII.
— 1937. Note on the Dynamics of the Southern Ocean. Disc. Rep. Vol. XV.
— 1937. The Hydrology of the Southern Ocean. Disc. Rep. Vol. XV.
DELLA VALLE, A.—1893. Gammarini. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
DE MAN, G. J.—1904. Nématodes libres. Exp. Ant. Belge.
DOHRN, A.—1881. Die Pantopoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
DOLLO, L.—1904. Poissons. Exp. Ant. Belge.
DUNCAN, M.—1876. On some fossil Reef-building Corals from the Tertiary Deposits of Tasmania. Quart. Journ. Geol. Soc. London.

EARLAND, A.—1933. Foraminiphera. Part II. Disc. Rep. Vol. VII.
— 1934. Foraminiphera. Part III. Disc. Rep. Vol X.
— 1936. Foraminiphera. Part IV. Disc. Rep. Vol. XIII.
EH.—1932. Der Walfang auf hoher See in der Antarktis. Der Fischerbote. Jahrg. XXIV. Heft 6.
EHLERS, E.—1902. Die Anneliden der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. II. Heft. 2.
EISIG, H.—1887. Die Capitelliden. Fauna und Flora des. Golfes v. Neapel.
— 1906. *Ichthyotomus sanguinarius*. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
ERIKSSON, S.—1934. Studien über die Fangapparate der Branchiopoden. Zool. Bidr. fran Uppsala, Bd. 15.

FISCHER, P.—1892. Brachiopodes de l'Atlantique Nord. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. III.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

FISHER, W.—1940. Asteroidea. Disc. Rep. Vol. XX.
FLORIN, R.—1940. The Tertiary Fossil Conifers of South Chile and their Phytogeographical Significance. Kungl. Svensk. Vetenskaps. Handl. Bd. 19. N.° 2.
FORBES, W.—1882. Rep. on the Anatomy of the Petrels. Chall. Rep. Zool. Vol. IV.
FRASER, F.—1936. On the Development and Distribution of the Young Stages of the Krill. Disc. Rep. Vol. XIV.

GARDINER, S.—1939. Madreporian Corals. Disc. Rev. Vol. XVIII.
GERMAIN, L.—1913. Chetognathes. Deux. Exp. Ant. Franc.
GIESBRECHT, W.—1899. Die Asterocheriden. Fauna und Flora des Golfes v. Neapel.
— 1910. Stomatopoden. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel.
GILL.—On the Geographical Distribution of Fisches. Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 4 Vol. XV.
GILTAY, S.—1935. Pycnogonides. Exp. Ant. Belge.
GORDON, I.—1932. Pycnogonida. Disc. Rep. Vol. VI.
GRAFF, L. VON. 1884. Rep. on the Myzostomida. Chall. Rep. Zoo . Vol. X.
— 1887. Rep. on the Myzostomida. Chall. Rep. Zool. Vol. XX.
GRAVIER, CH. 1907. Annélides Polychètes. Exp. Ant. Franc.
— 1912. Sur un copépode nouveau. Bull. Mus. Hist. Nat. Vol. XVIII.
— 1913. Ptérobranches. Deux. Exp. Ant. Franc.
GRAY, J. E.—1866. Catalogue of Seals and Whales. London.
— 1871. Catalogue of Seals and Whales. Supplement. London.
GÜNTHER, A.—1887. Rep. on the Deep-Sea Fishes. Chall. Rep. Zool. Vol. XXII.
— 1889. Rep. on the Pelagic Fishes. Chall. Rep. Zool. Vol. XXXI.
GURNEY, R.—1934. The Development of *Rhincalanus*. Disc. Rep. Vol. IX.

HADDON, A.—1886. Rep. on the Polyplacophora. Chall. Rep. Zool. Vol. XV.
HAECKEL, E.—1882. Rep. on the Deep-Sea Medusae. Chall. Rep. Zool. Vol. IV.
— 1887. Rep. on the Radiolaria. Part II. Chall. Rep. Zool. Vol. XVII.
— 1888. Rep. on the Siphonophorae. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVIII.
— 1889. Rep. on the Deep-Sea Keratosa. Chall. Rep. Zool. Vol. XXXII.
HALLEZ, P.—1907. Polyclades et Triclades Maricoles. Exp. Ant. Franc.
— 1913. Polyclades et Triclades Maricoles. Deux. Exp. Ant. Franc.
HAMILTON, J. E.—1934. The Sub-antarctic forms of the Great Skua. Disc. Rep. Vol. IX.
— 1934. The Southern Sea Lion. Disc. Rep. Vol. VIII.
— 1939. The Leopard Seal. Disc. Rep. Vol. XVIII.

— 1941. A rare Porpoise of the South Atlantic. Disc. Rep. Vol. XXI.

HANSEN, H. J.—1908. Schizopoda and Cumacea. Exp. Ant. Belge.

HARDY, A. C.—1936. The Continous Plankton Recorder. Disc. Rep. Vol. XI.

— 1936. Observations on the uneven Distribution of the Oceanic Plankton. Disc. Rep. Vol. XI.

HARDY, A. C. y GUNTHER, E. R.—1936. The Plankton of the South Georgia Whaling Groundsand adjacent Waters. Disc. Rep. Vol. XI.

HARIOT, M.—1907. Algues. Exp. Ant. Franc.

HART, T. J.—1934. On the Phytoplankton of the South West Atlantic and the Bellingshausen Sea. Disc. Rep. Vol. VIII.

— 1935. On the Diatoms of the Skin Film of Whales, and their possible Bearing on Problems of Whale Movements. Disc. Rep. Vol. X.

HARTLAUB, C.—1904. Hydroiden. Exp. Ant. Belge.

HASTINGS, A.—1943. Polyzoa. Part. I. Disc. Rep. Vol. XIII.

HEDLEY.—Surviving Refugees in Austral Land on ancient Antarctic Life. Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 6. Vol. XVII.

HELLFRITZ, H.—1947. Zum weissen Kontinent. Ed. El buen libro. Bnos. Aires.

HENDERSON, J. R.—1888. Rep. on the Anomura. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVII.

HERAN, E., ALLEN y EARLAND, A.—1932. Foraminífera. Part. I. Disc. Rep. Vol. IV.

HERDMAN, W.—1882. Tunicata. Chall. Rep. Zool. Vol. VI.

— 1888. Rep. on the Tunicata. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVII.

HERDMANN, H. F. P.—1932. Report on Soundings taken during the Discovery Investigations. Disc. Rep. Vol. VI.

HEROUARD, E.—1902. Holothuries provenant des campagnes de la Princess-Alice. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXI.

— 1906. Holothuries. Exp. Ant. Belge.

HERTWIG, R.—1882. Rep. on the Actiniaria. Chall. Rep. Zool. Vol. VI.
1888. Rep. on the Actiniaria. Supplement. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVI.

HESSLE, CH.—1917. Zur Kenntniss der terebellomorphen Polychaeten. Zool. Bidr. fran Upsala. Bd. V.

HOEK, P.—1881. Rep. on the Picnogonida. Chall. Rep. Zool. Vol. III.

— 1883. Rep. on the Cirripedia. Chall. Rep. Zool. Vol. VIII.

— 1884. Rep. on the Cirripedia. Chall. Rep. Zool. Vol. X.

HOERNES, R.—1886. Paleontologie. Paris.

HOOKER.—1847. The Botany of the Antarctic Voyage of H. M. Discovery Schips Erebus and Terror in the Years 1839-43. Flora antarctica.

HOWELL, B.—Contribution to the Comparative Anatomy of the Eared and Earless Seals. Proc. U. S. Nat Mus. Vol. 73. Art. 15.

HUBRECHT, A.—1887. Rep. on the Nemertea. Chall. Rep. Zool. Vol. XIX.

HUTTON.—1884. On the Origen of the Fauna and Flora of New Zealand. New Zealand Journ. of Science.
HUXLEY, J.—1939. Ensayos de un Biólogo. B. Aires.
HUXLEY, T.H.—1870. Presidential Address. Quart. Journ. Geol. Soc. London.

IHERING.—1897. Os molluscos dos terrenos terciarios da Patagonia. Rev. do Museo Paulista. T. II.
— Die Palaeogeographie Süd-Amerikas. Das Ausland. Bd. LXVI.
IHL, P. y AYALA, A.—1947. Misión a la Antártica. Memorial técnico, Ejército de Chile.
ISLER, E.—1902. Die Nemertinen der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. II, Heft 2.

JACOBS.—1906. Bibionidae, Chironomidae, etc. Exp. Ant. Belge.
JOHN, C. C.—1913. Cephalodiscus. Disc. Rep. Vol. III.
— 1932. On the Development of Cephalodiscus. Disc. Rep. Vol. VI.
JOHN, D.—1938. Crinoidea. Disc. Rep. Vol. XVIII.
JOUBIN, L.—1901. Brachiopoda. Exp. Ant. Belge.
— 1903. Céphalopodes. Exp. Ant. Belge.
— 1907. Céphalopodes. Exp. Ant. Franc.
JOURDAN, E.—1895. Zoanthaires. Inst. Ocean. Mónaco. Fasc. VIII.
JULLIEN, J. y CALVET, L.—1903. Bryozoaires provenants des campagnes de l'Hirondelle. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXIII.

KIDDER, J. H. y COUES, E.—1876. Oölogy, etc. Nat. Hist. of Kerguelen Island. Washington.
— 1876. A Study of *Chionis minor*. Nat. Hist. of Kerguelen Island. Washington.
KIDDER, J. H. y GRAY, A.—1876. Phanerogamia, Filices, et Lycopodiaceae. Nat. Hist. of Kerguelen Island.
KOEHLER, R.—1902. Echinides et Ophiures. Exp. Ant. Belge.
— 1907. Echinodermes. Exp. Ant. Franc.
— 1909. Echinodermes provenant des campagnes du yacht Princess-Alice. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXXIV.
KÖLLIKER, A. VON.—1880. Rep. on the Pennatulida. Chall. Rep. Zool. Vol. I.
KRAMER, P.—1898. Acariden. Hamb. Mag. Sammelr.
KULLENBERG, B.—1947. Über Verbreitung und Wanderungen von vier Sterna-Arten. Arch. f. Zoologie. Bd. 38. Heft. 3.

LAMY, E.—1907. Gastropodes Prosobranches et Pelecypodes. Exp. Ant. Franc.
LANG, A.—1884. Die Polycladen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
LAURIE, A.—1933. Some Aspects of Respiration in Blue and Fin Whales. Disc. Rep. Vol. VII.
— 1937. On the Histological Structures of Cethacean Lungs. Disc. Rep. Vol. XVII.

— 1937. The Age of Female Blue Whales and the Effect of Whaling on the Stock. Disc. Rep. Vol. XV.

LELOUP, E.—1938. Siphonophores et Cténophores. Exp. Ant. Belge.

LINSTOW, O. von.—1888. Rep. on the Entozoa. Chall. Rep. Zool. Vol. XXIII.

— 1896. Nemathelminthen. Hamb. Mag. Sammelr.

LIOUVILLE, J.—1913. Cétacés de L'Antarctique. Deux. Exp. Ant. Franc.

LIST, TH.—1902. Die Mytiliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

LÖNNBERG, E.—1896. Cestoden. Hamb. Mag. Sammelr.

— 1907. On the Cephalopods collected by the Expedition. Wissenschaftliche Ergebnise der Schwed. Exp. nach den Magallansländern. Bd. 2.

— 1912. The Fishes of the Swed. South. Polar Exp. Swed. Südpolar Exp. Bd. V. Lieferung 6.

LUDWIG, H.—1897. Die Seesterne. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

— 1898. Holothurien. Hamb. Mag. Sammelr.

— 1898. Die Holothurien der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. I. Heft. 2.

— 1898. Die Ophiuren der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. I. Heft. 3.

— 1899. Ophiuroideen. Hamb. Mag. Sammelr.

— 1899. Crinoideen. Hamb. Mag. Sammelr.

— 1903. Seesterne. Exp. Ant. Belge.

LYDDECKER, R.—1897. Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Säugetiere. Jena.

LYMAN, T. 1882. Rep. on the Ophiuroidea. Chall. Rep. Zool. Vol. V.

MAAS, O.—1904. Medusas. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXVI.

— 1906. Medusen. Exp. Ant. Belge.

MACFADYEN, W. A.—1933. Fossil Foraminifera from the Backwood Bank and their Geological Significance. Disc. Rep. Vol. VII.

MC. INTOSH, W.—1885. Annelida Polychaeta. Chall. Rep. Zool. Vol. XII.

— 1887. Rep. on the *Cephalodiscus dodecalophus*. Chall. Rep. Zool. Vol. XX.

— 1888. Rep. on the *Phoronis buskii*. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVII.

MACXINTOSH, N. A.—1942. The Southern Stock of Whalebone Whales. Disc. Rep. Vol. XXI.

— 1934. Distribution of the Macroplancton in the Atlantic Sector of the Antarctic. Disc. Rep. Vol. IX.

— 1946. The Natural History of Whalebone Whales. Ann. Rep. of the Smithsonian Inst.

MANN F., GUILLERMO.—1946. Ojo y Visión de las Ballenas. Biológica, Fasc. IV. Santiago, Chile.

— 1947. Teorías sobre la distribución de la fauna antártica. Ciencia y Producción. N.° 1.

MARENZELLER, E. VON.—1903. Madreporaria und Hydrocorallaria. Exp. Ant. Belge.

MASSY, A.—1932. Mollusca. Disc. Rep. Vol. III.
MATTHEWS, H.—1929. The Natural History of the Elefant Seal. Disc. Rep. Vol. I.
— 1934. The Marine Deposits of the Patagonian Continental Shelf. Disc. Rep. Vol. IX.
— 1937. The Humpback Whale. Disc. Rep. XVII.
— 1938. The Sei Whale. Disc. Rep. Vol. XVII.
— 1938. The Sperm Whale. Disc. Rep. Vol. XVII.
— 1938. Notes on the Southern Right Whale. Disc. Rep. Vol. XVII.
MAY, W.—1899. Alcyonarien. Hamb. Mag. Sammelr.
MAYER, P.—1882. Die Caprelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
MENEGAUX, A.—1907. Oiseaux. Exp. Ant. Franc.
MICHAEL, A. D.—1903. Acarida. Exp. Ant. Belge.
MICHAELSEN, W.—1896. Reisebericht. Hamb. Mag. Sammelr.
— 1898. Die Oligochaeten der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. I. Heft 2.
MONRO, C.—1931. Polychaete Worms. Disc. Rep. Vol. II.
MOORE, H.—1933. Faecal Pellets from Marine Deposits. Disc. Rep. Vol. VII.
MORTENSEN, TH.—1936. Echinoidea and Ophiuroidea. Disc. Rep. Vol. XII.
MOSELEY.—1876. Notes on the Flora of Marion Islands. Journ. Linn. Soc. London. Botany. Vol. XV
MÜLLER, G. W.—1894. Die Ostracoden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
— 1906. Ostracoden. Exp. Ant. Belge.
MURPHY, R. C.—1936. Oceanic Birds of South America.

NORDENSTAM, A.—1933. Marine Isopoda. Further Zool. Res. of the Swed. Ant. Exp. Vol. III. N.° 1.
NORMAN, J. R.—1938. Coast Fishes. Part III. Disc. Rep. Vol. XVIII.
NEAVERSON, E.—1934. The Sea-floor Deposits. Disc. Rep. Vol. IX.
NEUMAN, I. J.—1907. Pédiculides, Mallophages, Ixodides. Exp. Ant. Franc.
NILSSON, C.—1939. Thoracic Cirripeds. Disc. Rep. Vol. XVIII.
NYHOLM, K. G.—1943. Zur Entwicklung und Entwicklungsbiologie der Ceriantharien und Aktinien. Zool. Bidr. fran Upsala. Bd. XXII.

ODHNER, N.—1926. Die Opisthobranchien. Swed. Ant. Exp. Vol. II. N.° 1.
OHLIN, A.—1907. Isopoda from Tierra del Fuego and Patagonia. I. Valvifera. Wiss. Ergebn, der Schwed. Exp. nach den Magallansländern. Bd. II.
OLIVEIRA, L.—1946. Estudos sobre o Microplancton capturado durante a viagem do navio hidrografico Lohmeyr nas baías de Ilha Grande e Sepetiba. Mem. do Inst. Osvaldo Cruz. Tomo 44. Fasc. 3.

OMMANNEY, F. D.—1932. The vascular Network of the Fin Whale. Disc. Rep. Vol. V.
— 1932. The Urino-Genital System of the Fin Whale. Disc. Rep. Vol. V.
— 1933. Whaling in the Dominions of N. Zealand. Disc. Rep. Vol. VII.
— 1936. *Rhincalanus gigas* (Brady) a Copepod of the Southern Macroplankton. Disc. Rep. Vol. XIII.
ORTHMANN, A. E.—1900. Crustacea. Bronn's Thierreich.
OSBORNE.—1900. The Geological and Faunal Relations of Europe and America during the tertiare Period. Science Vol. X.

PARSONS, C. W.—1932. Report on Penguin Embryos collected during the Discovery Investigations. Disc. Rep. Vol. VI.
PELSENEER, P.—1887. Rep. on the Pteropoda. Chall. Rep. Zool. Vol. XIX.
— 1888. Rep. on the Anatomy of the Deep-Sea Mollusca. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVII.
— 1888. Rep. on the Pteropoda. Part II y III. Chall. Rep. Zool. Vol. XXIII.
— 1902. Mollusques. Résultats du Voyage du S. Y. Belgica.
PICKFORD, G.—1932. Oligochaeta. Part II. Disc. Rep. Vol. IV.
PIERANTONI, M.—1908. *Protodrilus*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
PINOCHET, O.—1945. La Antártida Chilena. Santiago de Chile.
PLATE, L.—1902. Studien über Cyclostomen. Fauna Chilensis. Bd. II. Heft. 3.
— 1908. Scaphopoden. Exp. Ant. Belge.
POLÉJAEFF, N.—1883. Rep. on the Calcarea. Chall. Rep. Zool. Vol. VIII.

QUIROR, M.—1907. Copépodes. Exp. Ant. Franc.
— 1913. Copépodes parasites. Deux. Exp. Ant. Franc.

RATOVITZA, E. G.—1902. Cétacés. Exp. Ant. Belge.
RAILLET, A. y HENRY, A.—1907. Nemathelminthes Parasites. Exp. Ant. Franc.
RICHARDSON, H.—1908. Isopodes. Exp. Ant. Franc.
RIDLEY, S. O.—1887. Rep. on the Monaxonida. Chall. Rep. Zool. Vol. XX.
ROBERTS, B.—1940. The Life Cycle of the Wilsons Petrel. British Graham-Land Exp. Vol. I N.° 2.
— 1940. The Breeding Behavior of Penguins. British Graham-Land Exp. Vol. I. N.° 3.
ROBSON, G. C.—1931. Cephalopoda, I. Octopoda. Disc. Rep. Vol. II.
ROULE, L.—1908. Alcyonaires. Exp. Ant. Franc.

SARS, G. O.—1885. Schizopoda. Chall. Rep. Zool. Vol. XII.
— 1887. Rep. on the Cumacea. Chall. Rep. Zool. Vol. XIX.
SCHÄFFER, C.—1897. Apterygoten. Hamb. Mag. Sammelr.

SCHELLENBERG, A.—1931. Gammariden und Caprelliden des Magallangebietes, Südgeorgiens und der Westantarktis. Swed. Ant. Exp. Vol. III. N.° 6.

SCHULZE, F.—1887. Rep. on the Hexactenellida. Chall. Rep. Zool. Vol. XXI.

SCLATER, W. L.—1899. The Geography of Mammals. London.

SELENKA, E.—1885. Rep. on the Gephyrea. Chall. Rep. Zool. Vol. XIII.

SELYS-LONGCHAMPS, MARC DE.—1907. *Phoronis*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

SHEPPARD, E.—1933. Isopod Crustacea. Disc. Rep. Vol. VII.

SIMPSON, GEORGE GAYLORD.—1946. Fossil Penguins. Bull. of the Am. Mus. of Nat. Hist. Vol. 87. Art. I.

SLADEN, P.—1889. Rep. on the Asteroidea. Chall. Rep. Zool. Vol. XXX.

SLUITER.—1907. Tuniciers. Exp. Ant. Franc.

SMITH, E. A.—1885. Rep. on the Lamellibranchiata. Chall. Rep. Zool. Vol. XIII.

— 1888. Rep. on the Heteropoda. Chall. Rep. Zool. Vol. XXIII.

SMITHE, J.—1906. Rhizocephala. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

SMITT, F. A.—1907. Poissons de l'expédition scientifique à la Terre de Feu. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwed. Exp. nach den Magallansländern.

SOLLAS, W. J.—1888. Rep. on the Tetractinellida. Chall. Rep. Zool. Vol. XXV.

SPENGEL, J. W.—1893. Die Enteropneusten. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

STANLEY, K. y BENNETT, A.—1932. On the Distribution and Movements of Whales on the South Shetland Whaling Grounds. Disc. Rep. Vol. VI.

STEBBING, T.—1888. Rep. on the Amphipoda. Chall. Rep. Zool. Vol. XXIX.

STEMPELL, W.—1902. Die Muscheln der Sammlung Plate. Fauna Chilensis. Bd. II. Heft. 1.

STEPHEN, A. C.—1941. The Echiuridae, Sipunculidae and Priapulidae. Disc. Rep. Vol. XXI.

STEPHENSON, G.—1932. Oligochaeta. Disc. Rep. Vol. IV.

STIASNY, G.—1934. Scyphomedusae. Disc. Rep. Vol. VIII.

STUDER, TH.—1889. Rep. on the Alcyonaria. Chall. Rep. Zool. Vol. XXXII.

— 1901. Alcyonaires provenants des campagnes de l'Hirondelle. Inst. Ocean. Mónaco. Fasc. XX.

SVERDRUP, H. V.—1946. The Humidity Gradient over the Sea Surface. The Journ. of Meteorology. Vol. 3. N.° 1.

THÄEL, H.—1911. Priapulids and Sipunculids dredged by the Swed. Ant. Exp. Kungl. Swed. Vet. Akad. Handl. Bd. 47. N.° 1.

THÉEL, H.—1882. Rep. on the Holothurioidea. Part. I. Chall. Rep. Zool. Vol. IV.

— 1886. Rep. on the Holothurioidea. Part II. Chall. Rep. Zool. Vol. XIV.

THIELE, J.—1907. Amphineures. Exp. Ant. Franc.

THIENEMANN, A.—1920. Die Grundlagen der Biocoenotik. Festschrift für Zschoke. N.° 4. Basel.
THOMSON, W.—1880. General Introduction to the Zoological Report. Chall. Rep. Zool. Vol. I.
THOULET, J.—1901. Etude des fonds marins provenant du voisinage des Açores et de la portion oriental de l'Atlantique Nord. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XIX.
TOPSENT, E.—1892. Contribution à l'étude des Spongiaires de l'Atlantique Nord. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. II.
— 1901. Spongiaires. Exp. Ant. Belge.
— 1904. Spongiaires des Açores. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXV.
— 1908. Spongiaires. Exp. Ant. Franc.
TRÄGARDH, I.—1907. Acariens terrestres. Exp. Ant. Franc.
TROUESSART, E.—1903. Acariens. Exp. Ant. Belge.
— 1907. Mammifères Pinnipèdes. Exp. Ant. Franc.
TROUESSART, E. y NEUMANN, G.—1907. Acariens marins. Exp. Ant. Franc.
TRUE, F.—1889. A review of the Family Delphinidae. Washington.
TURNER, W.—1880. Rep. on the Bones of Cetacea. Chall. Rep. Zool. Vol. I.
— 1888. Rep. on the Seals. Chall. Rep. Zool. Vol. XXVI.

UDE, H.—1896. Enchytraeiden. Hamb. Mag. Sammelr.
ULJANIN, B.—1884. Die Arten der Gattung Doliulum. F. und F. d. Golfes v. Neapel.
United States Navy Department 1943. Sailing Directions for Antartica.

VAILLANT, L.—1907. Poissons. Exp. Ant. Franc.
VAVRA, W.—1898. Süsswasser-Ostracoden. Hamb. Mag. Sammelr.
VAN BENEDEN, ED. y SELYS-LONGCHAMPS, M.—1913. Tuniciers. Exp. Ant. Belge.
VANEY, C.—1907. Holothuries. Exp. Ant. Franc.
VAYSSIÈRE, A.—1904. Mollusques Hétéropodes. Inst. Océan. Mónaco. Fasc. XXVI.
— 1907. Mollusques Nudibranches et Marséniades. Exp. Ant. Franc.
VERRILL, A. E.—1876. Annelids and Echinoderms. Nat. Hist. of Kerguelen Island. Washington.
VOSSELER, J.—1891. Die Krebsfauna unserer Gewässer. Die Tier- und Pflanzenwelt des Süssawassers. Bd. I.

WATERS, A.—1904. Bryozoa. Exp. Ant. Belge.
WATSON, M.—1883. Rep. on the Anatomy of the Spheniscidae. Chall. Rep. Zool. Vol. VII.
WATSON, R. B.—1886. Rep. on the Scaphopoda and Gastropoda. Chall. Rep. Zool. Vol. XV.
WEBER.—1897. Zur Kenntniss der Süsswasserfauna in Süd-Africa. Zool. Jahrb. (Syst.) Bd. IX.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

WELTNER, W.—1898. Cirripedien. Hamb. Mag. Sammelr.
WESENBERG-LUND.—1911. Grundzüge der Biologie und Geographie des Süsswasserplanktons. Internat. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie. Supplement.
WESLEY, R. C.—1946. The Means of Dispersal of Bathypelagic Animals in the North and South Atlantic Oceans. The Am. Naturalist. Vol. LXXX.
WHEELER, J.—1934. On the Stock of Whales at South Georgia. Disc. Rep. Vol. IX.
— 1934. Nemerteans from the South Atlantic. Disc. Rep. Vol. IX.
WILDEMAN, E. DE.—1935. Observations sur des Algues. Exp. Ant. Belge.
WILHELMI, J.—1909. Tricladen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
WRIGHT, E.—1889. Rep. on the Alcyonaria. Chall. Rep. Zool. Vol. XXXI.

ZACHARIAS, O.—1891. Die Fauna des Süsswassers in ihren Beziehungen zu der des Meeres. Die Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers.
ZITTEL.—1893. Die geologische Entwicklung, Herkunft und Verbreitung der Säugethiere. Sitzungsber. Akad. Wiss. Physik. Math. München. Bd. XXIII.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA
SANTIAGO, CHILE

INDICE ALFABETICO

Págs.

Acáridos 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 223, 288, 292
Achorutoides 36
Acodontaster elongatus 307
conspicuus 307
hodgsoni 307
Actinia 181, 304
Agane 223
Agua dulce 89, 91, 92, 93, 186
Agua marina..... 91, 108, 121, 122, 131, 148, 150, 151, 152, 164, 165, 168
Aira..... 35
Albatros, ... 102, 147
Véase también *Diomedea*
Alcionídeos 302
Alciopídeos..... 123, 137
Algas..... 25, 75, 149, 154, 180, 232
Alloposus 160
Amaryllis..... 21
Amibas 35, 41
Amphiporus gerlachei 218
incubator..... 302
lecointei 218
michaelseni 302
Amphitoe..... 21
Amphitretus..... 160
Anaspididae 290
Anas spinicauda..... 60
Anasterias 203, 302, 309
Anceidos 254
Anceus 239
Anchorella..... 294
Ancylodoris..... 93
Anfineuros..... 181, 182, 195, 201, 208

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION
INTERMEDIA

Págs.

Anfípodos, ... 20, 21, 23, 84,
129, 141, 160, 169, 170, 225, 241, 246, 254, 259, 265, 292, 293
Anopheles 47
Antarctomysis maxima, ... 112, 156
Antarctophtyrius ogmorhini 25, 37
Antarcturus 198, 265
Antias 265
Aptenodytes forsteri 29, 31, 33, 309
Arácnidos 130, 281
Arco escocés 17, 293
Arcturidos 239, 253
Arenacea 301
Ascidia 117, 210, 234, 246, 248, 259, 299, 308
A. Charcoti 308
Ascopera gigantea 308
Asellus 198
Asteroideos ..19, 23, 196, 202, 205, 208, 218, 230, 288, 302, 306, 307, 309
Asteromphalis regularis 149
Astrorhiza granulosa 306
Atolla wyvillei 134, 292
Austrimunna 265
Austrodoris 301
Aves 7, 12, 30, 32,
33, 37, 39, 40, 42, 45, 46 49, 54, 56, 63, 66, 72, 81, 93, 94, 104

Balaena australis 159
Balaenoptera acuto-rostrata 159
borealis 159
musculus 159, 172
physalus 137, 159, 172, 175, 179
Balanidos 181, 292, 294
Balanus biporcatus 292
Bartramia longicauda 60
Bathybiaster loripes obesus 197, 307
Bathydorus spinosus 294
Bdelloideos 45
Bdelostoma 276, 281,
Beania erecta 226, 230
Belgica antarctica 36, 89
Bellingshausen, mar de 153, 165
Berardius arnouxi 160
Beroe 123, 133, 183
B. cucumis 292
Bimastus 19
Bipolaridad 291

Págs.

Botrylloides 211
Botrynema brucei 134
Bovallia gigantea 307
Brachiella 294
Braquiópodos 194, 201, 207, 226, 298, 302, 309
Briozoarios 117, 211, 226, 230, 234
Buccinum 237

Caberea 237
Calanus finnmarchicus 292
propinquus 131
simillimus 114, 131
Callianira antarctica 133, 294
Callochiton steineni 195
Campylaspis frigida 140, 246
verrucosa 292
Caprella 21
Cariophyllia 193
Catablema weldoni 134
Catharacta skua 41, 49, 51, 53, 55, 63, 68, 75, 84, 87, 94, 95, 97, 182
Caulophaeus elegans 294
Cefalópodos 128, 134, 169, 288
Cephalodiscus 201
Cephalorhynchus eutropia 160
commersonii 160
Ceratium 149
Cerithium 263, 266
Cetáceos 116, 126, 127, 136, 152, 157, 160, 166, 169, 179, 308
Chaetocerus curvatus 149
dichaeta 149
neglectus 149
Charcotia 218, 301
Chionis alba 49, 51, 52, 53, 55, 63, 68, 69, 74, 75, 79, 84, 147, 183
Chloraemidos 188, 301
Chosroes decoratus 20
incisus 20
Chuniphyes multidentata 156
Circumpolaridad 22, 23
Cirripedios 181, 292, 294
Cirroteuthis 160
Cladóceros 156
Clarinina antarctica 218
Cleodora sulcata 145
Clione limacina 292
Coelodendrum 156

Págs.

Colella 210, 234, 246, 250
Colémbolos 36, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 294
Colomastix castellata 20
fissilingua 20
Conchoecia antipoda 140
elegans 140
hettacra 140
hyalophyllum 140
obtusata 140
rotundata 140
symmetrica 140
Continente pacífico mesozoico 282, 284
Convergencia antártica 17, 112, 208, 293
Copépodos 114, 131, 138, 198, 214, 225, 292, 294, 307, 312
Corales 182
Coralinas 180
Corethron valdiviae 129, 149
Cormorán antártico, véase *Phalacrocorax atriceps.*
Corriente de Humboldt 151
» » Benguela 151
Cosmetirella simplex 134
Cothurniopsis 294
Crinoídeos 302
Cryptasterias 302
Cryptocoda 133
Cryptopygus antarcticus 36
Crystallophyes amygdalina 156
Ctenocalanus vanus 131
Ctenóforos 133, 159, 183, 294
Cucumaria 249
lateralis 302
grandis 307
Cumáceos 140, 246, 292
Cuspidaria 292
Cyamium antarcticum 20
subquadratum 20, 185, 186, 189, 191, 302
Cyclaspis glacialis 140, 246
Cymodocea 232
Cymodocella 198, 207
Cythereis consors 140
devexa 140

Dacrydium 292
Daption capensis 49, 63, 75, 83
Decepción, isla 60

Págs.

Decolopoda antarctica 307
Deegeriella charcoti 56, 294
Delphinus delphis 160
Dendrobaena 18
Dentalium 243
Desmarestia aculeata 75
Desmonema gaudichaudi 134
Desmophyllum 193
Desmosoma 262, 265
Diatomáceas 111, 117, 129, 130, 149, 151, 154, 157, 173
Dictyocha 149
Digamaselus racovitzai 36, 41
Dinophyes arctica 156, 244
Dinophysis 149
Diomedea chrysostoma 59
exulans 59
melanophris 59
Diphyes antarctica 156, 294
Diplasterias ibrucæ 302, 307
Dípteros ápteros 46, 47
Distephanus 149
Djerboa 241
Dorylaimus 35

Eledone 134, 160, 288
Elefante de mar: véase *Macrorhinus*.
Elpidiogone 149
Enchytreidos 185
Eocuma sarsii 292
Epimeria acanthurus 20
macrodonta 20
Equinodermos 208
Equinoídeos 19, 121, 196, 198, 205, 208, 271, 288, 301
Esferomino 214, 226
Especies, relación numérica con individuos 298
Espongiarios 93, 106, 193, 207, 211, 226, 261, 294
Estercoráridos 41, 49, 51, 53, 55, 63, 68, 75, 84, 87, 94, 95, 97, 182
Eudendrium ramosum 292
Eudorella truncatula 292
Eudyptes chrysolophus 59, 60, 65, 83, 309
Eunícidos 219
Eunoë 137
Euphausia frigida 162
longirostris 162
lucens 162

Págs.

superba 84, 118, 142, 162, 306, 311, 312
triacantha 162
vallentini 162
Eurymera monticulosa 241
Eurystheus distichon 20
eurypodii 20
Eurythenes gryllus 307

Fango 232, 270, 290
Farrea oca 294
Fauna antártica 18, 22, 296, 297, 300, 306, 308, 309, 311 312
origen de 89, 272, 288, 293, 294, 296, 312
Fauna briófila 35, 37, 41, 42, 43
Fauna brióxena 36, 39, 40
Fauna de zonas australes 274, 275, 277, 278, 279
Fisurella 181, 182
Fitoplancton 103, 154, 163, 165, 300
Flabelligera mundata 243, 307
Foca cangrejera, véase *Lobodon*
de Weddel, véase *Leptonychotes*
de Ross, véase *Ommatophoca*
Foraminíferos 128, 156, 292, 301
Fragilaria antarctica 111, 149
Frío, adaptación al 28, 29, 31, 32, 33

Galeolaria truncata 156
Gamasidae 42
Gammarus 145
Gastrópodos 20,
114, 127, 143, 159, 181, 187, 218, 225, 237, 243, 263, 266, 292
Gaviota común, véase *Larus*
salteadora, véase *Catharacta*
Gefireos 243, 249, 250, 292
Georgias del Sur 19, 59, 75
Gigantismo 246, 306, 307, 308
Glaciación antártica 288, 294
Globicephalus melas 159
Globigerina bulloides 128, 156
dutertrei 156
pachyderma 292
radiolata 156
triloba 156
Glyptonotus antarcticus 246, 307
Golondrina de mar, véase *Sterna*

Págs.

Granaster 206, 302
nutrix 197
Grantia 193

Haematopus 51
Halacarus drygalskii 292
Halecium tenellum 292
Haliclystus antarcticus 210
Haliotis 181, 182
Halirages 21
Halobaena coerulea 63
Haplocheira barbimanus 20
robusta 20
Harmothoe 237
Harpacticus 225
Hemiarthrum setulosum 195
Hielo 48, 108, 109, 110, 117, 151, 186, 231, 288, 294, 305
Himantozoum 234
Hipéridos 89, 142, 173, 222
Hippopodius serratus 156
Holoturioideos 249, 288, 302, 307
Homoeonema racovitzae 134
Homonema 292
Hydrurga leptonyx 25, 31
Hyperia galba 292
spinigera 292
Hyperoodon planifrons 160

Idotea antomon 93
Iphimidiella margueritei 20
nodosa 20
Isópodos 21, 143, 198, 207, 214, 223, 226, 230, 239, 246, 254, 256, 261, 262, 307
Isotoma octo-oculata 36

Janira 198
Julinia ignota 194, 308

Kampylaster 302
Krohnia hamata 292

Labidiaster annulatus 197, 307
Laematonice producta 307
Laevilittorina caliginosa 20
elongata 20, 185, 186

Págs.

Lagenorhynchus cruciger 160
fitzroyi 160
Lamelibranquiados 20, 185, 186, 189, 190, 191, 195, 249, 250, 259, 297, 298, 302
Larus dominikanus 41, 55, 60, 63, 69, 71, 72, 74, 83
Lasaea 302
Lembos 21
Leopardo de mar, véase *Hydrurga*
Lepidopleurus kerguelensis 195
Leptonychotes weddeli 26, 28, 31, 33, 166
Leptospathis 223, 288
Leptychaster acrescens 306
flexuosus 306
magnificus 306
Leucasidos 193
Limacine balea 114, 145
helicina 114, 145, 292
Liothyrina 302
Lissamaroucium magnum 308
Lissodendoryx spongiosa 294
Litoral 180, 181, 182, 183
Lobodon carcinophaga 26, 31, 32, 33, 159, 166
Lombrices de tierra 19, 275, 276, 277
Lubomirskia 93
Lucernaria australis 210
Lucernariopsis vanhöffeni 210
Luidaster gerlachei 307
Lysasterias 307
perrieri 307
Luz 29, 31, 112, 114, 149, 154, 163, 210, 232, 233, 269, 293, 311
Lysianassa 21

Macrocystis 116, 210
Macronectes giganteus 49, 53, 55, 58, 59, 62, 68, 69, 75, 83, 311
Macrorhinus leoninus 49, 60, 61, 62, 71, 167
Madreporarios 182, 194, 204
Malletia 292
Malófagos 56, 294
Malvinas, islas 16, 19, 60
Margarita 218
Marseniopsis antarctica 307
Medusas 134, 160, 210, 211, 229, 292, 294
Megaptera longimana 159
Melita 21
Menipea 234

Págs.

Mesoplodon bidens 159
Metabolismo
planctofagia 150, 152, 157
prehensión alimento 41, 156, 157, 158
159, 160, 207, 208, 226, 229, 249, 252
fotosíntesis 149, 150, 163
del calcio 127, 168, 180, 203, 261, 309
respiratorio 40, 166, 188, 259
Migraciones 56, 172, 308
Metopella 265, 266
Metridia gerlachei 114
Microarcturus 198
Microscolex 19
Migración austral de las faunas 273, 284, 286
Mimetismo 81, 230
Modiolarca 302
Molgula 248, 250
maxima 308
Monoculodes antarcticus 20
valentini 20
Mononchus gerlachei 35
Mopsea gracilis 302
Munna 223, 230
Myoraster antarcticus 197, 306
Myriothela austro-georgiae 306
Mysis oculata 93
Myxopoda 279

Nacella aenea 20, 41, 43, 181, 182
polaris 20
Natación 61, 118,
123, 130, 133, 134, 136, 137, 140, 142, 143, 145, 147, 225, 243, 312
Nebalia 259
Nebaliáceos 250
Nebaliella extrema 142
Nebaliopsis typica 142
Nemátodos 35, 43, 89, 136, 185, 262, 265
Nemertinos 218, 230, 243, 302
Neobalaena marginata 159
Neosmilaster 302
Nereidos 221
Nereis 237, 262, 263
Newnesia 301
Notaeolidia 301
gigas 307

Págs.

Notaspis antarctica ... 36, 41
belgicae ... 36, 41
Notiodrilus ... 246, 277
Nototanais antarcticus ... 239
Notothenia ... 157, 225
Nototropis ... 21

Oceanites oceanicus ... 49, 51, 55, 57, 63, 65, 76, 79, 84, 85, 86, 95, 157
Océano, abismos del ... 106, 268, 269, 270
antártico ... 92, 107, 117, 150
estratificación ... 149, 150
pelagial ... 103
Octopus ... 134, 159
Odinella ... 302
Odontaster meridionalis ... 197, 218
validus ... 197
Ofiuroideos ... 19, 195, 201, 203, 208, 237, 252, 288, 302
Oikopleura ... 134
Oligoquetos ... 188
Ommatophoca rossii ... 25, 28, 31
Omphys tubicola ... 307
Ophiopyren regularis ... 195
Ophiura rouchi ... 237
Opistobranquiados ... 117, 218, 225, 301, 307
Orchomenella ... 246
Orchomenopsis chilensis ... 292
Orcinus orca ... 159
Oribatidos ... 41, 45
Orkneys, islas ... 16, 17, 58, 59
Ostrácodos ... 140
Otaria flavescens ... 28

Pachyptila desolata ... 63, 65, 67, 76, 83, 85, 157
Pagodroma nivea ... 56, 63, 65, 67, 84
Pájaros niños, véase pingüinos.
Palaemonetes ... 93
Paloma antártica, véase *Chionis*.
» del cabo, véase *Daption*.
Panoploea joubini ... 20
macrocystides ... 20
Pantópodos, véase picnogónidos.
Paradexamine fissicauda ... 20, 241
nanus ... 20
Paradoxostoma gaini ... 140
Parasellidos ... 262

Págs.

Pardaliscidae ... 21
Parelpidia ... 249
Pareuchaeta antarctica ... 114
Pariphimedia integricauda ... 20
normani ... 20
Patella ... 181, 182
Peces ... 84, 93, 126, 127, 136, 157, 159, 169, 170, 225, 230, 248, 256, 287, 288, 292, 296, 297, 309, 310
Pegantha trilobosa ... 134
Pelecanoides ... 157
Penella antarctica ... 294
charcoti ... 294
Pennatulidos ... 301
Peridinium ... 149
Perigonimus ... 292
Peripatus ... 276
Periphylla ... 292
hyacinthina ... 134
regina ... 194
Perknaster aurorae ... 307
charcoti ... 307
fuscus antarcticus ... 197
Petrel antártico (véase *Priocella antarctica*)
azul (véase *Halobaena coerulea*)
de las nieves (véase *Pagodroma nivea*)
de Wilson (véase *Oceanites oceanicus*)
Petreles ... 63, 65, 67, 74, 75, 85, 86, 102, 147, 152, 157
Phaeocystis brucei ... 149
Phalacrocorax utriceps ... 54, 62, 68, 74, 76, 79, 84, 86, 97, 147
Phascolosoma margaritaceum ... 292
Philopterus melanocephalus ... 56
Phocaena dioptrica ... 159
spinnipinnis ... 159
Phyllocaridos ... 142, 249, 250, 256, 257
Phyllotis darwini ... 274
Physeter macrocephalus ... 160
visión y ojo ... 173
Picnogónidos ... 22, 23, 223, 239, 252, 288, 301, 307
Picos de mar ... 181
Pingüino adelia (véase *Pucheramphus adeliae*)
de collar (véase *Pygoscelis antarctica*)
emperador (véase *Aptenodytes fosteri*)
macaroni (véase *Eudyptes chrysolophus*)
papua (véase *Pygoscelis papua*)

Págs.

Pingüinos 49, 53, 59, 62, 65, 67, 69, 73, 74, 75, 78, 79, 82, 83, 85, 86, 146, 157, 158, 173, 284, 285, 286, 288, 309
Pinipedios 23, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 49, 51, 60, 61, 62, 69, 71, 126, 128, 147, 159, 160, 167
Piojos 25, 37
Placina trilopha 294
Plancton 112, 114, 116, 118, 130, 148, 163
autarquía del 148
fito-plancton 114
zoo-plancton 112, 114, 116, 118, 130
Platelmintos 89
Plectus antarcticus 35
belgicae 35
Pleurobraquia pileus 133, 292
Pleuromamma robusta 114
Pleustidae 21
Plocamium coccineum 75
Podoceros ingens 307
Podúridos 36, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 294
Policládidos 186
Pólipos hidroídeos 116, 194, 201, 207, 210
Poliquetos 19, 116, 117, 123, 129, 137, 180, 183, 186, 193, 194, 201, 207, 211, 212, 214, 229, 237, 243, 249, 257, 262, 263, 265
Polycirrus 183, 186, 187
Pontogeneia 241
antarctica 20
simplex 20
Pontogeneiella 241
Pontoporeia 93, 145
Porania antarctica glabra 197
Porcellidium 198, 214, 225, 292, 294, 308, 311
Porospathis 156
Posidonia 232
Pourtalesia 301
Praya cymbiformis 156
diphyes 156
Priapulus caudatus 292
Primitividad 182, 271, 274, 275, 285, 287, 301
Priocella antarctica 65, 83
Prionaster 306
Procerodes. ohlini 183
wandeli 183
Prodelphinus coeruleo-albus 160
Prostebbingia 241
Proteles 275

Págs.

Protocystis 156
Protoptilidos 301
Protozoos 89, 149, 294
Pseudokellya 302
Pseudorca crassidens 160
Pseudotritonia 301
Psilaster. charcoti 196, 307
Psolus granulosus 249, 302
Pterópodos 128, 145, 160
Pucheramphus adeliae 28, 36, 37, 48, 49, 53, 55, 62, 65, 67, 73, 75, 76, 83, 86, 309
Pygoscelis antarctica 49, 53, 62, 73, 75, 83, 85, 309
papua 49, 53, 62, 65, 67, 69, 73, 75, 83, 85, 86, 309
Pyrostephos vanhöffeni 114, 156

Quetognatos 114, 160, 292, 307
Quironómidos 36, 46

Racovitzaia 170, 256
Radiolarios 156
Reniera 193, 211
Reophax cylindrica 306
Reproducción 32, 33, 43, 44, 63, 77, 79, 85, 86, 170, 304
caracteres epigámicos 71, 74, 75
colonias de puesta 53, 54, 74, 75
hemimetabolía 43, 44
lactación 32, 33, 172
nidicolía 59, 83, 84
nidifugia 83, 84
nido 33, 53, 55, 59, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 86, 87
Retusa truncatula 292
Rhagidia gigas gerlachei 36
Rhincalanus gigas 114
Rhizoselenia alata 149
Rhopalonella pendulina 302
Rhopiella 302
Rimicola glacialis 89
Rissoa 237
Rotíferos 89

Sagartia troglodytes 304
Sagitta 160
maxima 307
Salpas 134, 226

Págs.

Salpa 134
fusiformis 157
Saxicava 243
Shetland del Sur 16, 17, 58, 67, 116
Scolecithricella minor 131
Seba antarctica 20
saundersii 20
Serólidos 21, 239, 261
Sibogita borchgrevinki 134
Sifonóforos 114, 156, 294
Sigaliónido 221
Skúa (véase *Catharacta skua*)
Solenodon 275
Solenomya 292
Spheniscus humboldti 86
magellanicus 86
Sphenodon punctatus 276
Spinus 274
Spirorbis 116, 180, 194, 201, 207, 211, 229
Spongiobranchiaea australis 145
Squalus blainvillei 292
Stenothoe 21
Sterechinus antarcticus 198
Sterna vittata 54, 81, 83, 97, 147
Styela flexibilis 308
Stylochoides albus 186
Synedra 148

Tablero de damas (véase *Daption capensis*).
Tamaño corporal 31, 32, 39, 57, 133, 263, 300, 308
Tanaidos 254
Tapires 275
Tardígrados 35, 39, 43, 44
Teleósteos 93
Temperatura 37, 38, 43, 56, 79, 92, 108, 109, 121, 122, 131, 150, 165, 182, 186, 269, 272, 278, 304, 306, 308, 309, 311
Termites 281
Tetragnatha 130
Tetrastemma belgicae 218
Thalassiothrix antarctica 111, 149
Thalassophyes crystallina 156
Thelepus 212, 229
Tholosina laevis 306
Thoracostoma 262, 265
Thyropoda 279

Págs.

Thysanoessa macrura 114
Tiburones 93
Tierra de Graham 17, 81
Tinámidos 276
Típula septentrionalis 46
Tironidae 21
Terebella 212, 229
Tomopteris 123, 137
Tonicina zschaui 195
Tricládidos, ... 195, 208
Tritoniella 301
Trochamina conglobata 306
Trogónidos 279
Trypanosyllis gigantea 307
Tryphosa analogica 20
castellata 20
Tryphosites 21
Tubifex 188
Tunicados 40, 117, 123, 129, 134, 157, 194, 207, 210, 226, 234, 246, 248, 250, 259, 292, 296, 299, 308
Turbelarios 89, 183, 189, 195, 208, 243
Tursiops tursio 160

Umbellulidos 301
Urothoe 21

Visión 173
Vitreledonella 160
Vivérridos 275
Viviparia 44, 110, 169, 189, 208, 302, 304
Volación 47, 53, 62, 94, 97, 100, 101, 102, 145, 146

Waldeckia 246, 254
Weddel mar de, ... 151, 153, 165

Xiphias 256

Zercon tuberculata 36, 41, 42
Ziphius cavirostris 160
Zonotrichia 274
Zoocorrientes 116
Zostera 232

INDICE DE MATERIAS

Págs.

Prefacio 9

CAPITULO I

Límites biogeográficos de la región Antártica 15-32
Limitaciones artificiales 15
Concepto de «Región biogeográfica» 16
Límites reales de la zona biogeográfica antártica 17
Interrelaciones de la población antártica 18
Circumpolaridad 22

CAPITULO II

Vida sobre el continente antártico 24-102
A.—*Vida en hielos y nieves antárticas* 24-34
Ambiente 24
Defensas orgánicas contra el frío 28
(Tamaño corporal y termorregulación-temperación del aire inspirado).
Reproducción 32
(Grasa—plumones—las crías y la baja temperatura—lactancia—incubación).
Distribución pasiva de la fauna 33
B.—*Vida entre musgos y líquenes* 34-47
Ambiente 34
Seres briófilos 35
Seres brióxenos 35
Adaptaciones al frío 37
(Pigmento y captación de rayos caloricos—insolación).
Sistemas de afiance de la fauna 39
Respiración 40

Págs.

Resistencia al agua de mar 40
Metabolismo digestivo 41
(Abono del medio-fauna vegetariana—fauna carnívora).
Reproducción 43
(Hemimetabolía—viviparia—protección de los huevos).
Orígenes de la fauna 44
(Transporte por el viento—transporte en el agua—cosmopolitismo de la fauna).
Mutaciones específicas en la población 45
Ausencia de alas 46
C.—*Vida en tierras descubiertas de nieve* 48-88
Ambiente 48
Arribo de las especies 49
Distribución latitudinal de la fauna 56
(Temperatura como factor de distribución—tamaño corporal y resistencia al frío—coloración y resistencia al frío—crecimiento lento y distribución).
Ordenación de la fauna sobre el terreno 60
(Capacidad de translación y elección del sector ocupado—enemigos y elección del sector ocupado—temperatura y elección del sector ocupado—radio de acción y elección del sector ocupado).
Reproducción 69
(Elefante de mar—aves: plumajes juveniles y caracteres epigámicos—juegos nupciales—agrupaciones coloniales como estímulo de maduración hormonal—nidos—puestas—empolladura—robo de huevos—ceremonia de relevo en pingüinos—crianza de polluelos—protección térmica—poiquilotermia juvenil—sistemas de defensa de las crías—nidifugia—nidicolía—alimentación de polluelos).
D.—*Vida en las pozas de agua dulce* 88-94
Ambiente 88
Pasaje de seres desde el mar al agua dulce 91
E.—*Vida en la atmósfera antártica* 94-102
Ambiente 94
Modos de volación 94
(Vuelo remado—bailoteo sobre el agua—planeo).

CAPITULO III

Págs.

VIDA EN LAS AGUAS LIBRES DEL OCÉANO ANTÁRTICO 103-179
Zonas de vida en el pelagial 103
(Océano abierto—aguas neríticas—región superficial—zona abisal—larvas pelágicas en el Océano Antártico).
Límites del Océano Antártico 111
(Convergencia Antártica).
Distribución vertical de los seres pelárgicos 112
(Formas de superficie—especies de la segunda capa—migraciones verticales—animales del tercer estratozoo corrientes—vida en la zona de calma—estabilidad de la estratificación—arrastre de los seres pelágicos en las tres capas de agua).
Actividad dinámica de la fauna 120
(Flotación—natación).
Metabolismo digestivo 148
(Cadena alimenticia—autotrofia—heterotrofia).
Metabolismo de gases 163
(Surgencia de aguas y transporte de anhídrido carbónico—florecimiento de diatómeas y pH—teoría de la «exclusión animal»—respiración de cetáceos—respiración de focas).
Metabolismo del calcio 167
(Calcificación y temperatura—número de vértebras y calcificación retardada).
Reproducción 169
(Viviparia en invertebrados—crías de cetáceos).
Funciones sensoriales 173

CAPITULO IV

VIDA BENTÓNICA 180-271
A.—*Vida en el litoral golpeado por oleaje* 180-183
Ambiente 180
Metabolismo de calcio y resistencia al oleaje 182
Primitividad de la fauna 182
B.—*Vida en el litoral de guijarros* 183-191
Ambiente 183
Resistencia mecánica de la fauna 185
Euritermia 186
Respiración 186

Págs.

(Función de la hemoglobina).
Eurihalinia ... 188
Alimentación ... 189
(Escasez de alimento y pequeñez de la fauna).
Reproducción ... 189
(Cuidado de las crías).
C.—*Vida en las rocas antárticas* ... 191-209
Ambiente ... 191
Modos de implantación de la fauna ... 193
(Asiento directo—pedúnculos—ventosas—pies ambulacrales—especies andadoras).
Mecanismos de defensa ... 201
(Perisarco—caparazones calcáreos—cnidoquistes—pedicelarios).
Alimentación ... 207
Reproducción ... 208
(Cuidado de las crías).
D.—*Vida en los bosques de algas* ... 209-231
Ambiente ... 209
Modos de implantación de la fauna ... 210
Alimentación ... 225
(Vegetarianos—detritófagos—carnívoros).
Ausencia de mecanismos de defensa mimética ... 230
E.—*Vida en fangos y arenas* ... 231-261
Ambiente ... 231
Ausencia de vegetación ... 232
Modos de implantación de la fauna ... 233
(Formas pedunculadas—especies andadoras—reptación con brazos—reptación de moluscos—formas cavadoras).
Alimentación ... 248
(Ingestión de fango—detritófagos—cazadores).
Respiración ... 256
(Intercambio de gases dificultado—aumento de superficie respiratoria—protección contra el fango).
Facies del biotopo ... 259
F.—*Vida sobre las esponjas antárticas* ... 261-268
Ambiente ... 261
Alargamiento adaptativo del cuerpo de los habitantes ... 263
Pequeñez de la fauna ... 263
Mecanismos de sujeción ... 265
Metabolismo digestivo ... 266
Respiración ... 268
G.—*Vida en los fondos abisales del Océano Antártico* ... 268-271
Ambiente ... 268

Págs.

(Alta presión—obscuridad—baja temperatura—naturaleza del substrato—inmovilidad de las aguas).
Ausencia de una zona abisal antártica 270

CAPITULO V

ORÍGENES DE LA VIDA ANTÁRTICA 272-295
Origen de la vida sobre la tierra 272
Lucha por la sobrevivencia 273
Peregrinaje austral de las faunas 274
Primitividad de poblaciones australes 275
Semejanza de faunas australes 277
Puentes intercontinentales terciarios 282
Primitividad y especialización 286
Glaciación polar 288
Invasión secundaria de la Antártica a través del abismo 291
Bipolaridad 292
Transporte pasivo 294

CAPITULO VI

LOS DOCE RASGOS CARDINALES DEL VIVIR ANTÁRTICO 296-314
I.—Proporción entre especie e individuos 296
II.—Relación entre la población y las reservas alimenticias 299
III.—Primitividad de la fauna 300
IV.—Cuidado de las crías 301
V.—Gigantismo en invertebrados 306
VI.—Talla de los seres homoiotermos 308
VII.—Reducción de piezas calcáreas 309
VIII.—Uso de sílice 310
IX.—Coloración de los seres homoiotermos 311
X.—Facilidades de flotación 311
XI.—Espinas y anfractuosidades en el caparazón de los crustáceos 312
XII.—Eurihalinia 313
Conclusión: Proyecciones de la biología antártica sobre la economía humana 135
Mapas .....
Zusammenfassung 317
Summary 325
Bibliografía 333
Indice alfabético 345
Indice de materias 360

SECC. CHILENA

