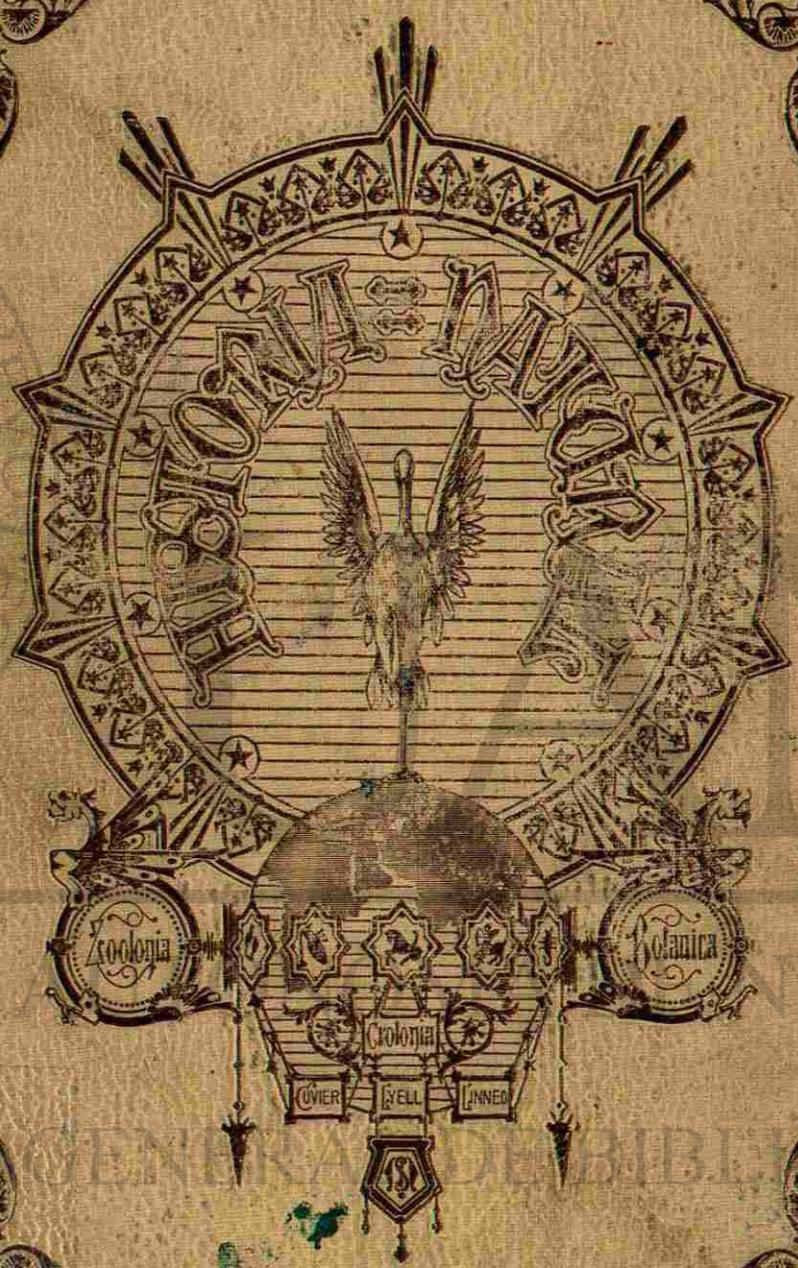


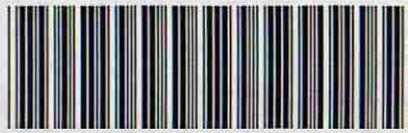
ECCIÓ



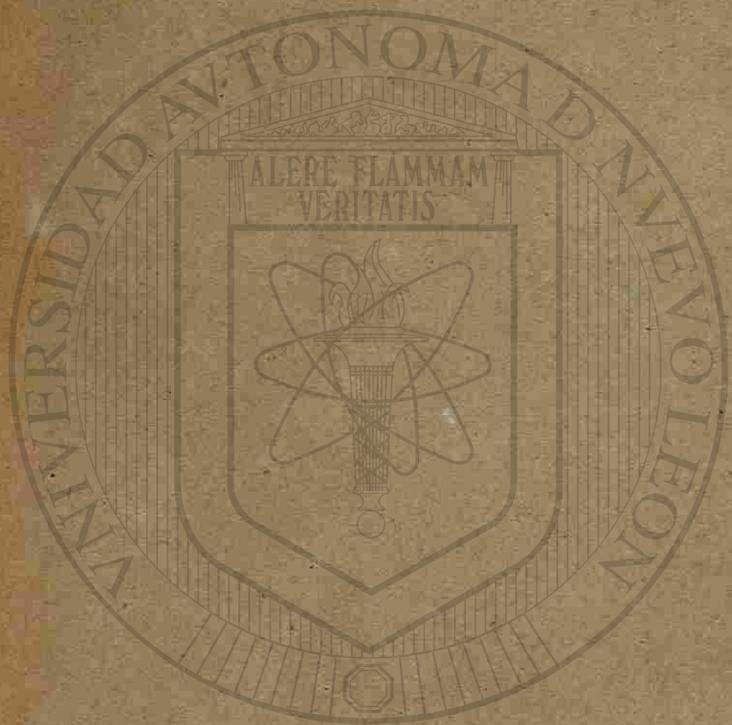
GENERA DE BIBLI



QH47
C5
V. 2
C. 1



1080078789

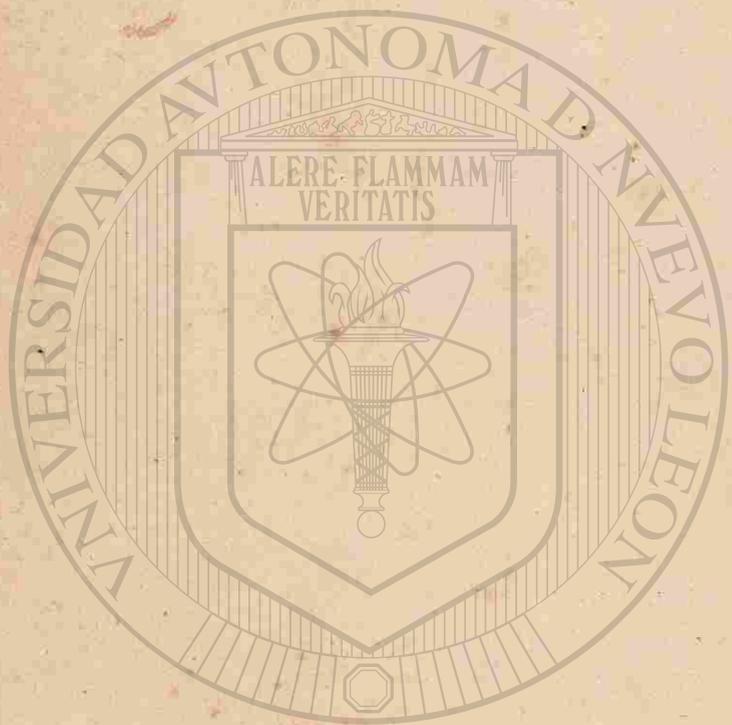


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





HISTORIA

NATURAL

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





HISTORIA
NATURAL

NOVÍSIMA EDICIÓN PROFUSAMENTE ILUSTRADA

ZOOLOGÍA

POR EL DOCTOR C. CLAUß

CATEDRÁTICO DE ZOOLOGÍA Y ANATOMÍA COMPARADA DE LA UNIVERSIDAD DE VIENA

traducida de la última edición alemana

POR EL DOCTOR DON LUIS DE GÓNGORA

y ampliada en la parte descriptiva de los diversos animales con presencia de las obras de los más notables zoológicos modernos

TOMO SEGUNDO

ZOOLOGÍA.—I

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
BARCELONA

MONTANER Y SIMÓN, EDITORES

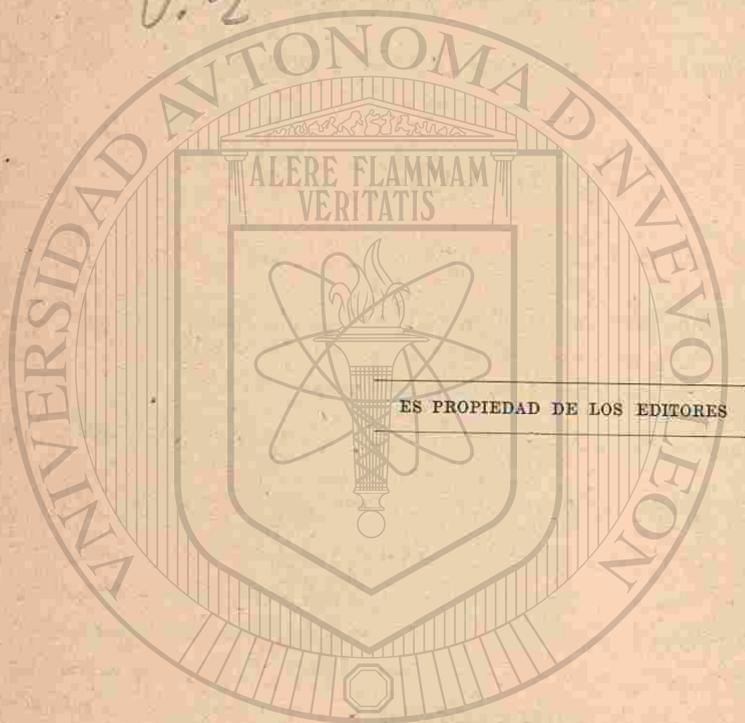
CALLE DE ARAGON, NÚMS. 309 Y 311

1891

Q447

C5

V.2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ZOOLOGÍA

PARTE GENERAL

CUERPOS NATURALES, ORGÁNICOS É INORGÁNICOS

En el mundo que se ofrece á nuestros sentidos, se distinguen cuerpos vivos, orgánicos, y cuerpos desprovistos de vida, inorgánicos. Los primeros, animales y vegetales, aparecen en estado de movimiento y mantienen su forma total y la de cada una de sus partes en medio de múltiples modificaciones y á pesar de un cambio constante de las substancias que los constituyen. Los cuerpos inorgánicos, por el contrario, se encuentran en estado de reposo constante, que no es en realidad fijo é invariable, *pero que no posee aquella aptitud propia del movimiento, que se revela en el cambio de materiales.* En los primeros reconocemos una organización, esto es, una reunión de partes disimilares (órganos), en los cuales sufre la materia transformaciones químicas; en los segundos observamos una materia más uniforme, aunque no siempre homogénea por su situación y modos de combinarse, y cuyas partes conservan sus fuerzas en reposado equilibrio en tanto que subsista inalterada la unidad del conjunto. En el cuerpo inorgánico, en el cristal, se encuentra la materia en equilibrio estable, al paso que á través del ser orgánico circula constantemente una corriente de materia.

Las propiedades y modificaciones de los cuerpos vivos están en realidad estrictamente sujetas á las leyes físico-químicas, hallándose cada día más determinada esta dependencia por los progresos

de la ciencia; pero es forzoso reconocer en el organismo agrupaciones peculiares de la materia, desconocidas en su naturaleza, y condiciones propias, en su esencia inexplicadas todavía. Estas condiciones que podemos llamar *vitales*, sin poner por eso en duda su dependencia de los fenómenos materiales, establecen la diferencia entre un organismo y cualquier cuerpo inorgánico, y se refieren, primero, al modo de origen, segundo, á la forma de conservación, y tercero, á la conformación y estructura del organismo.

No es posible dar existencia á un cuerpo vivo valiéndose de agentes físico-químicos y mezclándolos en proporciones determinadas bajo condiciones dadas de calor, presión, electricidad, etc.; la formación de un cuerpo vivo presupone, según demuestra la observación, la existencia anterior de seres iguales á él, ó por lo menos muy semejantes, y de los cuales procede por vía de generación directa. La generación espontánea, sin padres (*generatio æquivoca*, generación primitiva), es inadmisibile en el estado actual de nuestros conocimientos hasta para las formas vivas más simples é inferiores (Pasteur), por más que en época reciente algunos investigadores (Pouchet) hayan llegado á aceptar la opinión contraria fundándose en el resultado de investigaciones dignas de atención, pero de valor dudoso. La existencia de la *generación equívoca* prestaría un apoyo importante á nuestras tentativas de explicación físico-química, y parece un postulado casi necesario para explicar la aparición primera de los organismos.

El segundo é importantísimo carácter del organismo, y en el que estriba la conservación de la vida, es el desgaste continuo y la reposición de la materia que constituye el cuerpo, ó sea el *cambio de materiales* (asimilación y desasimilación). Todo fenómeno de crecimiento presupone ingestión y transformación de partes materiales; todo movimiento, secreción y manifestación vital, depende de transformación de sustancias, de destrucción de combinaciones químicas y formación de otras nuevas. De la alternativa destrucción y renovación de combinaciones materiales depende la *asimilación nutritiva* y la *desasimilación*, aptitudes necesarias del ser vivo.

Las sustancias que en primer término sufren transformaciones en el cambio de materiales son las sustancias *orgánicas* (así llamadas por proceder de organismos); los *carburos* ternarios y cua-

ternarios, compuestos los primeros de oxígeno, hidrógeno y carbono, y los segundos de estos mismos tres cuerpos más nitrógeno; entre los últimos se incluyen además los *cuerpos albuminoideos*. Estas sustancias introducidas en los organismos animales se desdoblán, por oxidación, en otras de composición más simple, al paso que se forman en los organismos vegetales á expensas de sustancias más simples y en último término de sustancias inorgánicas. Así como las propiedades generales (elasticidad, peso, porosidad) del organismo son idénticas á las de los cuerpos inorgánicos, hasta el punto de ser posible formular una teoría general de la constitución de la materia, así también encontramos en la naturaleza inorgánica todas las sustancias químicamente indescomponibles, ó sean los elementos de la materia orgánica. No existe, pues, un elemento exclusivamente propio del organismo, ó sea una *materia vital*, como no existe una *fuerza vital* capaz de ejercer su acción independientemente de los fenómenos naturales y materiales.

Durante mucho tiempo se ha concebido una *rigorosa contradicción* en el modo de agrupación atómica de las *sustancias orgánicas é inorgánicas*, y se ha considerado á los carburos compuestos como producto exclusivo de los organismos; pero se halla ya demostrado que unos y otros no sólo se rigen por iguales leyes de colocación atómica y de constitución, sino que ha sido posible llegar á formar artificialmente, por síntesis de sus elementos, un número no escaso de sustancias orgánicas (urea, alcohol, vinagre, azúcar, almidón). Estos hechos indican la posibilidad de llegar á obtener sintéticamente muchas combinaciones orgánicas, entre ellas las de los cuerpos albuminoideos, y autorizan á deducir que en la formación de los seres orgánicos han intervenido las mismas fuerzas que rigen la formación de los seres inorgánicos. Pero aun cuando fuera posible algún día constituir artificialmente cuerpos albuminoideos por vía sintética, no por eso se habría llegado á producir la sustancia del protoplasma, con su estructura molecular en estado de célula viviente. Se puede afirmar, por lo tanto, que las funciones peculiares al organismo, cambio de materia, movimiento y crecimiento, deben ser atribuidas á propiedades de las combinaciones materiales y en particular á la complicada agrupación molecular de la materia viviente.

Una de las más importantes propiedades de los seres vivos, el *cambio de materiales*, puede ser suspendida y abolida temporalmente, en ciertas condiciones, sin que el organismo pierda su aptitud vital. Mediante la sustracción de agua ó de calor es posible, en una serie de organismos inferiores y de sus gérmenes, interrumpir el proceso vital durante meses y años, esto es, mantenerlo en estado latente, y luego restituir á la vida aquellos organismos, aparentemente privados de ella, pero aptos para recobrarla, mediante la adición de agua ó de calor (*anguillula tritici*, *rotíferos*, huevos de *apus*, *branchipus*, ostracodos ranas, insectos acuáticos, semillas vegetales).

Una tercera propiedad peculiar del cuerpo vivo consiste en su forma total y en la agregación de sus partes (*organización*). La forma del individuo inorgánico, del *crystal*, está limitada por líneas que se juntan en ángulos determinados (aristas, ángulos) y por superficies planas, rara vez esféricas, matemáticamente determinables, y se conserva invariable; la forma del ser orgánico (1), por el contrario, constituida por la agregación de partes blandas, es menos determinable y varía dentro de ciertos límites. La vida se manifiesta como una serie encadenada de estados variables en su expresión total; el crecimiento y el cambio de forma marchan paralelos con los movimientos de la materia. El organismo empieza por ser una simple célula, y desde este estado, que afecta en el huevo ó en la semilla, se va desarrollando mediante una diferenciación lentamente progresiva de sus partes y una transformación de las mismas, hasta llegar á cierto límite máximo; tiene la facultad de multiplicarse, y en último término deja de existir como cuerpo vivo y se disgrega dejando en libertad sus elementos constitutivos. El substrato del cuerpo orgánico tiene una consistencia blanda y es susceptible de imbibición, condiciones necesarias para las transformaciones químicas de las combinaciones materiales (*corpora non agunt nisi soluta*) y para los cambios de la forma total. El substrato orgánico no es homogéneo y uniforme, sino que está formado de partes sólidas, semisólidas y líquidas, que constituyen

(1) El hecho de encontrarse en el organismo una porción de productos sólidos de secreción (conchas, estuches) cuya forma se puede determinar matemáticamente, no destruye esta diferencia.

como un conjunto de elementos peculiarmente acondicionados. El cristal presenta ciertamente en sus moléculas, compuestas de grupos atómicos uniformes, una situación desigual de los mismos en relación con el espacio (intersecciones laminares), y por lo tanto una estructura no uniforme; pero no posee unidades diversas de orden subalterno que *sirvan, como los órganos de los cuerpos vivos, de instrumentos para distintos usos*. Los órganos, á su vez, están formados en su estructura íntima por partes diferentes, tejidos (ú órganos de orden más inferior), que tienen por base la unidad última, la *célula*, procedente de la célula germinal (*ovicélula* ó *espermatoblasto*) (fig. 1). La célula está, por sus propiedades, en oposición directa con el cristal, y reúne en sí las propiedades del organismo vivo. No se la puede definir como una vesícula limitada por una membrana, con contenido líquido y núcleo (Schwann), sino más bien como un *pelotón de substancia albuminosa semi-líquida* (protoplasma), que por regla general contiene incluida una porción diferente más homogénea ó *vesiculiforme, el núcleo*, y frecuentemente provista de una membrana periférica desprovista de estructura. Cuando no está aún formada esta membrana, la vida se manifiesta en un movimiento amiboideo más ó menos acentuado. El protoplasma fluido-viscoso puede enviar apéndices y prolongaciones de forma constantemente variable, y que alternativamente se alargan y se retraen (fig. 2).

En esta forma fundamental orgánica, que integra la estructura de todos los tejidos y órganos de los animales y vegetales, residen ya todos los caracteres asignados al organismo. La *célula* es, por consiguiente, la *forma primaria del organismo, y un organismo en su última simplicidad*. Así como su origen implica la preexistencia de células de la misma especie, su conservación sólo es posible por virtud del cambio de materiales. La célula tiene su nutrición, su excreción, su crecimiento, su movimiento, sus cambios de forma, su organización molecular y su multiplicación. Mediante la segmentación del núcleo celular se producen, por división ó formación

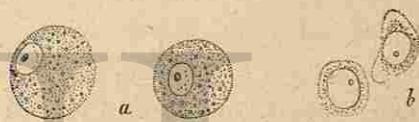


Fig. 1.— a, ovcélulas de una Medusa; b, células madres sexuales (espermatoblastos) de un vertebrado, una de ellas en movimiento amiboideo.

endógena de células hijas, nuevas unidades de su misma especie, y se forma el material para la construcción de los tejidos y para la formación, aumento de volumen y modificaciones del cuerpo. *Con razón se reconoce, por consiguiente, en la célula la forma especial de la vida, y la vida en la actividad de la célula* (Virchow).

Este concepto da la significación de la célula como criterio de organización y como la forma fundamental y simplicísima de la vida; no puede objetarse con el hecho de que existen formas vivas

aún más simples que la célula (en el sentido de la definición que hemos aceptado), despojadas de núcleo (*células de hongo, esquizomicetos, amibos*) (fig. 2), y cuerpos homogéneos que aparecen desprovistos de estructura aunque se examinen á los mayores aumentos y por sus manifestaciones vitales son indudablemente organismos, por más que no se puede comprobar en ellos nada de organización, constituyendo por lo tanto organismos sin organiza-

Fig. 2. - *Amaba (protogenes) porrecta*, según Max Schultze.

ción. Estos cuerpos tienen, sin embargo, una organización que ha de buscarse en la estructura molecular. Muchos esquizomicetos son tan pequeños (*micrococcus*), que es difícil en algunos casos distinguirlos de un sedimento molecular, y á lo más presentan sólo movimiento molecular (fig. 3). Dedúcese de estos hechos que el único criterio preciso de la célula y del organismo en su última simplicidad, es el protoplasma viviente con su *agrupación molecular*, aún no conocida íntimamente.

Aunque de los caracteres que quedan expuestos resulte una contraposición esencial entre el mundo orgánico y el inorgánico, al

formar concepto de las relaciones entre los seres de uno y otro reino hay que tener en consideración el hecho de que en organismos pequeñísimos, que se dan á conocer como tales orgánicos por la multiplicación y el gasto de materia, es imposible, hasta con aumentos de gran fuerza, descubrir vestigios de organización, y que en muchos seres inferiores se puede llegar á interrumpir el cambio de materiales y la actividad vital mediante la sustracción de agua y calor, dejando intacta la aptitud para vivir.

Y como, además, la materia orgánica que forma la base de aquellas formas vivas está constituida por combinaciones que, posiblemente, se pueden producir por síntesis, fuera de la organización, hay cierto fundamento para aceptar la hipótesis de que los seres vivos más inferiores proceden, en su formación, de cuerpos inorgánicos, en los que existen iguales elementos químicos que en los organismos, bajo condiciones hasta ahora vedadas á nuestro conocimiento. No existiendo una diferencia fundamental de la materia y de la fuerza entre el cristal y el ser orgánico, la primera aparición de un ser orgánico no nos ofrece en el fondo (con Dubois Reymond) más que la solución de un difícil problema mecánico. Surge, sin embargo, una nueva dificultad cuando se trata de explicar la aparición del primer rasgo de sensibilidad y de conciencia, esto es, de fenómenos psíquicos, que no podemos concebir como exclusivo resultado de los actos de movimiento de la materia, y cuyo germen debe suponerse en los organismos más simples y primitivos.

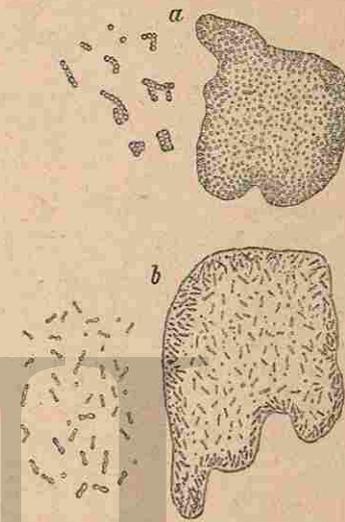


Fig. 3. - Esquizomicetos, según F. Cohn. a, *micrococcus*; b, *bacterium termo*. Bacterias de la putrefacción, ambas en movimiento libre y en forma de zooglea.

ANIMALES Y VEGETALES

La división de los cuerpos vivos en animales y vegetales es un concepto encarnado de muy antiguo en nuestro espíritu, por virtud de una serie antiquísima de observaciones. En el animal observamos movimientos libres y manifestaciones vitales espontáneas, derivadas de estados interiores del organismo, y que son indicio de sensibilidad y conciencia; en los vegetales, casi siempre fijos al suelo, no vemos locomoción ni actos espontáneos que den señales de sensibilidad. Por esta razón atribuimos á los animales movimiento voluntario y sensibilidad, y los consideramos como organismos animados.

Este concepto no es, sin embargo, aplicable más que á un círculo relativamente estrecho de organismos, es decir, á los animales superiores y á los vegetales que de ordinario vemos en derredor nuestro. A medida que avanzamos en la observación, se nos impone el convencimiento de que aquel concepto de animal y vegetal exige modificaciones cuando se aplica á la ciencia, porque si no abrigamos dudas al tratar de distinguir entre un animal vertebrado y una planta fanerógama, aquel concepto resulta insuficiente cuando descendemos al campo de los seres inferiores y simples. Hay numerosos animales inferiores que no cambian libremente de lugar ni revelan signos perceptibles de sensibilidad y conciencia, y en cambio hay plantas y formas vegetales que ejecutan movimientos y dan señales de irritabilidad. Preciso es, por tanto, penetrar más íntimamente en la comparación entre los caracteres de los animales y los de las plantas, y al hacerlo surgirá la cuestión de si existe en realidad un carácter que fije radicalmente la diferencia entre ambas formas de organización, y si se puede fijar ó no un límite preciso entre ambos reinos de la naturaleza.

1.º En la *forma total* y en la *organización* existe al parecer un antagonismo esencial entre los animales y los vegetales. El

animal posee, dentro de una forma exteriormente limitada, una cantidad de órganos de estructura reducida, al paso que la planta esparce en una extensa circunferencia sus órganos nutritivos y secretorios á la manera de apéndices periféricos. Las superficies de acción endosmótica tienen un despliegue, interno en los primeros, externo en los segundos. El animal tiene una abertura bucal para la introducción de materias alimenticias sólidas y líquidas, que son elaboradas, digeridas y absorbidas en el interior de un intestino que comunica con múltiples glándulas (salivales, hígado, páncreas, etc.). Los residuos sólidos, inservibles para la nutrición, son expulsados en forma de bolo excrementicio, y los últimos productos azoados del cambio de materiales son eliminados por órganos urinarios especiales (riñones), casi siempre en forma líquida. Para el movimiento y circulación de los líquidos nutricios absorbidos (sangre) existe un aparato en forma de bomba aspirante é impelente (corazón) y un sistema de vasos sanguíneos, y la respiración se realiza por pulmones en los animales que viven en el aire, y casi siempre por branquias en los que habitan en el agua. El animal tiene órganos interiores para la multiplicación, así como aparatos de sensibilidad en el sistema nervioso y órganos de los sentidos, y una musculatura para el ejercicio de los movimientos. En el vegetal el aparato vegetativo tiene una conformación mucho más sencilla. No ingiere materias nutritivas sólidas. Carece de boca y de ano. Las raíces chupan materias nutritivas líquidas, al paso que las hojas, en su calidad de órganos respiratorios y asimiladores, absorben y expelen gases. No existen en el vegetal los complicados sistemas orgánicos del animal, y se halla constituido el cuerpo de la planta por un parenquima uniforme de células y tubos en los cuales se mueven los jugos. Los órganos de la procreación están situados en apéndices exteriores, y carece de nervios y órganos de los sentidos.

Las diferencias antes apuntadas no son, sin embargo, universales; son aplicables sólo á los animales y plantas superiores, pero van desapareciendo á medida que se va simplificando la organización. En los mismos vertebrados, y más aún en los moluscos y articulados, se reduce ya el sistema de los órganos respiratorios y vasos sanguíneos. Los pulmones y las branquias dejan de existir como

órganos independientes, y ejerce sus funciones toda la superficie exterior del cuerpo. Los vasos sanguíneos se simplifican y llegan á faltar completamente y con ellos el corazón, y la sangre circula en corrientes más irregulares en cavidades del cuerpo y en espacios limitados entre los órganos. De igual manera se simplifican los órganos de la digestión. Desaparecen las glándulas salivales y el hígado, como anexos glandulares del intestino, y éste se convierte en un tubo cerrado, simple ó ramificado (trematodes), cuya pared puede estar íntimamente unida á la pared del cuerpo, en cuyo interior forma la cavidad gástrica (celenterados). Puede también faltar la boca á la vez que el intestino (cestodes), y la ingestión de materias nutritivas líquidas se verifica, como en los vegetales, endosmóticamente por la superficie exterior del cuerpo, y en ciertas condiciones por apéndices radiciformes que se adhieren al cuerpo de otros animales (rizocéfalos). Finalmente, no se encuentran nervios ni órganos de los sentidos en organismos, considerados como animales, como los poríferos y protozoos. En aquéllos están sustituidos los músculos por células contráctiles y en éstos por diferenciación en el protoplasma (miófano). En proporción de tales reducciones de la estructura interna se simplifican las manifestaciones externas y la forma del crecimiento en los animales inferiores de sencilla estructura, como los poríferos, pólipos y sifonóforos, hasta aproximarlos en alto grado á los vegetales, con los cuales se les confundía antiguamente, y en especial si carecen de la facultad de locomoción (animales-plantas) (figs. 4 y 5). En estos casos la determinación del concepto de *individuo* ofrece iguales dificultades en el reino animal que en el vegetal.

2.º Existe igualmente una diferencia importante *entre los tejidos vegetales y los animales*. Al paso que en los tejidos vegetales las células conservan su forma primitiva y su existencia propia, en los tejidos animales experimentan múltiples variaciones á expensas de su autonomía. De aquí que los tejidos vegetales aparezcan como conjuntos celulares, diversamente conformados, pero con sus células bien conservadas y exactamente circunscritas, y los animales como formaciones en extremo variables, de muy diversa estructura y en las cuales no siempre quedan las células visibles, distinguiéndose sólo territorios celulares. La causa de esta distinta ma-

nera de ser de los tejidos, debe buscarse en la diversa estructura de las células mismas; las células vegetales, dentro del círculo de

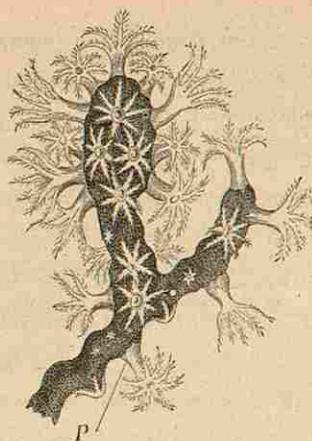


Fig. 4. — Rama de un polipero de *Corallium rubrum*, coral noble, según Lacaze Duthiers. P, pólipo.

su tubo primordial (capa limitante condensada del protoplasma), están rodeadas de una membrana densa desprovista de ázoe, la cápsula de celulosa, al paso que las células animales poseen una membrana delgada, azoada, ó en su lugar una simple capa más viscosa limitante de su contenido líquido. Hay, no obstante, células vegetales con sólo el tubo primordial (células primordiales), y por otra parte hay tejidos animales que, por la incapsulación de células independientes, son semejantes

á los vegetales (*chorda dorsalis*, cartílago, células de sostén en los tentáculos de los hidroides) (fig. 6). No se puede considerar la multiplicidad celular como un carácter necesario del tejido animal, según lo han hecho algunos observadores, porque no sólo hay nu-

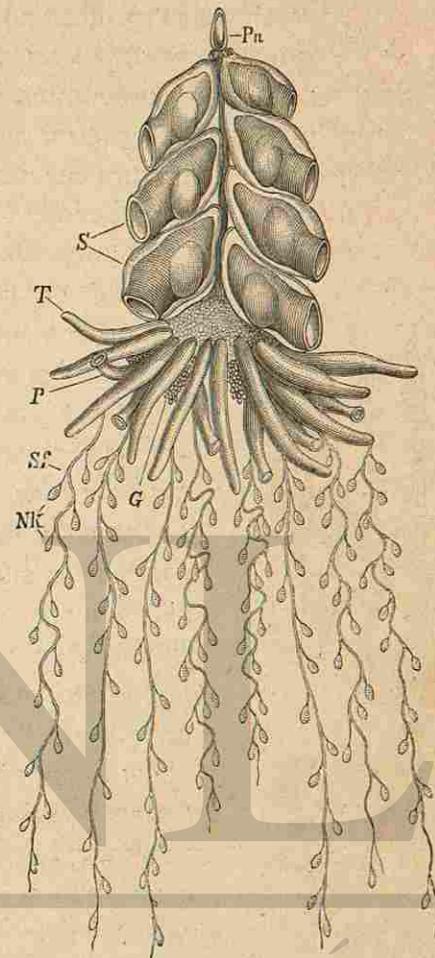


Fig. 5. — *Physophora hydrostatica*. Pn, pneumatóforo; S, campanas natatorias (nectocálices) dispuestas en doble fila á los lados de la columna natatoria (cenosarco); T, tentáculo; P, polipito (hidranto) ó tubo gástrico, juntamente con el filamento prehensil Sf; Nk, botoncillos urticados; G, racimos genitales (gonóforos).

merosas algas y hongos unicelulares, sino que también hay organismos animales que se pueden referir á células simples ó complicadamente diferenciadas (protozoos).

3.º La forma de *multiplicación* tampoco nos da un criterio diferencial. Ciertamente predomina en los vegetales la multiplicación asexual por esporos y retoños; pero en el círculo de los animales inferiores, de estructura sencilla, aparece ampliamente extendido este modo de multiplicación. La procreación sexual consiste en los animales como en los vegetales, esencialmente, en los mismos fenómenos: en la unión de una substancia generatriz masculina (*los cuerpos seminales*) con otra femenina (*la ovicélula*), cuyas formas ofrecen gran semejanza en ambos reinos, y en último caso son siempre células. La estructura de los órganos sexuales en el interior del cuerpo, ó en forma de apéndices situados al exterior, ofrece muy débil punto de apoyo para distinguir entre el animal y el vegetal, porque en ambos reinos son posibles las mayores variedades en este sentido.



Fig. 6. — a, tejido vegetal, según Sachs; b, células axilares de los tentáculos de la *Campanularia*.

4.º La *constitución química y los procesos del cambio material* son muy distintos en los animales y vegetales. Antiguamente se daba gran valor á la circunstancia de hallarse los vegetales preferentemente constituídos por combinaciones ternarias y los animales por combinaciones cuaternarias azoadas, y se daba una significación dominante, respecto de los vegetales, al carbono, y respecto de los animales, al ázoe. Pero en los organismos animales hay combinaciones ternarias en grande abundancia, como las grasas y los hidrocarburos, y por otro lado, en las partes activas de las plantas, cuando están en nueva formación, desempeñan un gran papel las proteínas cuaternarias. El *protoplasma*, ó sea el contenido de la célula vegetal viva, es rico en ázoe, y albuminoideo, en un todo idéntico por sus reacciones microquímicas á la *sarcoda* de la substancia contráctil de los animales inferiores. Añádase á esto que en

los vegetales se encuentran las modificaciones de los cuerpos albuminoideos correspondientes á la *fibrina*, *albúmina* y *caseína*.

Entre los productos vegetales corresponde predominante importancia á la *clorofila* y á la *celulosa*. La celulosa, acumulada en las partes leñosas, es una parte constitutiva de la membrana de la célula, y se caracteriza por la coloración azul que produce con la adición de ácido sulfúrico y de yodo; este cuerpo se encuentra también en la túnica de los *tunicados*, siendo por lo tanto producto del reino animal. La *clorofila*, que da á las hojas su color verde, puede considerarse, con toda probabilidad, como producto exclusivo de los seres vegetales, y tiene una gran significación para determinar la naturaleza vegetal, asignándose á su presencia el acto de la asimilación en el cambio de materiales del vegetal. Ciertamente se han encontrado cuerpos clorofilicos en algunos animales de orden inferior, como infusorios (*Stentor*, *Paramæcium*), pólipos (*Hydra*) y gusanos (*Bonellia*); pero no se ha podido demostrar que sean productos de estos animales. Nuevas investigaciones (1) han demostrado que en todos estos casos han sido portadoras de la clorofila unas algas unicelulares (*zoochlorelas*) que han penetrado en el cuerpo de los animales. La presencia de la clorofila en el reino animal se explica en estos casos por una asociación especial (*simbiosis*) entre los animales y las algas unicelulares, merced á la cual las algas se aseguran protección y residencia para la vegetación, y el animal se utiliza del cambio de materiales efectuado por la clorofila de las células vegetales, y que consiste en el suministro de oxígeno y materias nutritivas. Por ahora está por decidir si esta explicación es aplicable á todos los casos en que se encuentre clorofila en los animales. Por otra parte muchas plantas carecen de clorofila (hongos y plantas parásitas), de modo que la falta de clorofila no es un carácter decisivo para determinar la naturaleza animal de un organismo.

En íntima relación con la clorofila, elemento importante para el organismo de los vegetales, el cambio de materiales se efectúa

(1) Geza Entz: *Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere*, traducción de una publicación húngara del año 1876), *Biol. Centralblatt*, 1882; K. Brandt: *Ueber die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls. Archiv f. Anat. u. Phys.*, 1882, y en las publicaciones de la estación zoológica de Nápoles, t. IV, 1883.

en éstos en una dirección peculiar, distinta y diametralmente opuesta á la del cambio de materia de los animales.

El vegetal se apropia, además de ciertas sales (fosfatos y sulfatos alcalinos y térreos), *agua, ácido carbónico, nitratos y combinaciones amoniacaes*, y con estas substancias binarias inorgánicas elabora las combinaciones orgánicas de orden más superior. El animal, además de agua y sales, necesita ingerir un alimento orgánico, sobre todo carburos (grasas) y cuerpos albuminoideos azoados, que en el círculo de los cambios materiales se descomponen de nuevo en agua, ácido carbónico y productos de desdoblamiento azoados (amidos y ácidos), creatina, tirosina, leucina, urea, ácido úrico, ácido hipúrico, etc. El vegetal, mediante la clorofila y bajo la influencia de la luz, forma primero almidón con ácido carbónico y agua; y luego, absorbiendo combinaciones azoadas, cuerpos albuminoideos, probablemente en los gránulos de clorofila (*asimilación*), y elimina oxígeno, que, absorbido por los órganos respiratorios del animal, sirve á éste para mantener el cambio de materias. La marcha del cambio de materiales y de la respiración se auxilia recíprocamente en los dos reinos, pero es diametralmente opuesta en uno y otro. La vida animal depende del análisis de combinaciones complejas y es en su conjunto un proceso de oxidación, mediante el cual las fuerzas en tensión se transforman en fuerzas vivas (movimiento, producción de calor, luz). La actividad vital del vegetal, por el contrario, se basa, en cuanto á la asimilación se refiere, en la síntesis, y en conjunto es un proceso de reducción, bajo cuya influencia, calor, luz y fuerzas vivas se transforman en fuerzas en tensión.

Esta diferencia no es, sin embargo, aplicable como criterio á todos los casos. Muchas plantas parásitas, y casi todos los hongos, faltos de clorofila, no poseen el poder de asimilación, sino que chupan materias orgánicas; presentan una respiración semejante á la de los animales, en tanto que absorben oxígeno y exhalan ácido carbónico. Además algunas fanerógamas clorofilíferas pueden asimilarse materias orgánicas para su nutrición. En época moderna se ha fijado la atención de los naturalistas, en particular Hooker y Darwin (1), sobre los fenómenos nutritivos y digestivos, conocidos

(1) Véase Carlos Darwin: *Insectivorous plants*, Londres, 1875.

ya en el siglo anterior (Ellis), de una serie de plantas que á la manera de los animales cogen organismos pequeños, en particular insectos, y mediante un proceso químico, análogo á la digestión animal, absorben el material orgánico por su superficie, ricamente dotada de glándulas (hojas de la *Drosera rotundifolia* (fig. 7), del cázamoscas, *Dionaea muscipula* (fig. 8), y las en forma de jarro del *Nepenthes*).

Añádese á esto que, según se acepta desde hace tiempo, en virtud de las investigaciones de Saussure, la absorción de oxígeno es en ciertos intervalos necesaria para todas las plantas, y que en las partes no verdes, que carecen de clorofila, y también en las verdes cuando falta la luz del sol, y por lo tanto de noche, se verifica de análoga manera que en el animal un consumo de oxígeno y una exhalación de ácido carbónico. En los seres vegetales existe por consiguiente de una manera perfectamente regular, á la vez que el extenso proceso de desoxidación, una oxidación análoga á la del cambio de materiales en el animal, mediante el cual es nuevamente destruída una parte de las substancias asimiladas. El crecimiento de la planta es imposible sin consumo de oxígeno y producción de ácido carbónico. Cuanto más energicamente avanza este crecimiento, tanto mayor será la cantidad de oxígeno absorbida, y en realidad las semillas germinales que desenvuelven rápidamente botones de hojas y flores consumen en poco tiempo mucho oxígeno y exhalan ácido carbónico. En correspondencia con estos hechos, los movimientos del protoplasma marchan en armonía con la inhalación de oxígeno. La producción

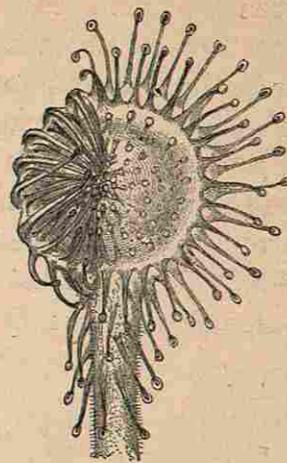


Fig. 7. — Expansión foliácea del *Drosera rotundifolia*, con parte de los tentáculos retraídos (según Darwin).

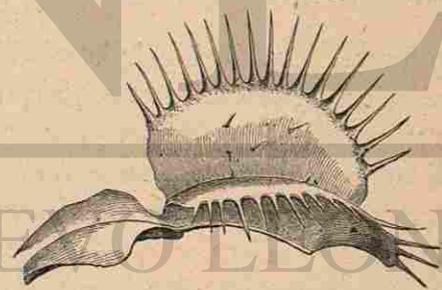


Fig. 8. — Expansión foliácea del *Dionaea muscipula* en extensión (según Darwin).

de calor (en la germinación) y los fenómenos luminosos (*Agaricus olearius*) se efectúan con activo consumo de oxígeno. Hay, finalmente, organismos (células de fermento, esquizomicetos) que producen combinaciones azoadas y albúmina, pero no asimilan carbono y más bien substraen hidro-carbuos (Pasteur, Cohn). Se conducen por lo tanto estos organismos, respecto de las combinaciones ternarias, como los animales en tanto que pueden formar proteína.

5.º El movimiento voluntario y la sensibilidad se conceptúan como el carácter capital de la vida animal. En tiempos pasados se reputaba la facultad de la locomoción como una cualidad necesaria del animal, y por esta razón eran considerados como vegetales los bancos de políperos, fijos en su puesto; hasta que la influencia de

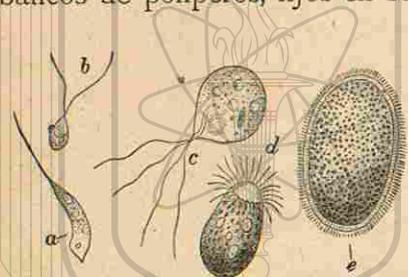


Fig. 9. — Esporos móviles. a, de *Physarum*; b, de *Monostroma*; c, de *Ulothrix*; d, de *Be-aogonium*; e, de *Vaucheria* (según Reinke).

autorizados naturalistas logró en el siglo anterior que fuese generalmente aceptada la prueba de su naturaleza animal aducida por Peyssonell. Más tarde, con el descubrimiento de esporos móviles de algas, se supo que hay también plantas y formas evolutivas de ellas que cambian libremente de lugar (fig. 9), y hubo necesidad de fijarse, para distinguir la movilidad de las plantas de la de los animales, en señales de las que puede deducirse si el movimiento es voluntario ó no. Se tuvo por mucho tiempo como tal la contractilidad, considerándola como carácter distintivo de los movimientos uniformes que ejecutan las plantas manteniendo el cuerpo rígido. En lugar de músculos, que faltan en animales inferiores como tejido especial, forma en ellos la substancia contráctil una materia albuminoidea informe, la *sarcoda*; pero el contenido fluido viscoso de las células vegetales, conocido como *protoplasma*, posee también la contractilidad y en sus condiciones esenciales es igual á la sarcoda. Ambos poseen las mismas reacciones químicas y coinciden en la frecuente aparición de pestañas, vacuolas y corrientes de gránulos. Las cavidades pulsatorias, llamadas *vacuolas contráctiles*, no son atributo exclusivo de la sarcoda, sino que pueden existir también en el protoplasma de las células vegetales (*Chatophora*). Así como

la contractilidad del protoplasma se halla coartada por lo general por la membrana celulosa, aparece, con igual intensidad que en la sarcoda de los *infusorios* y *rizópodos*, en las células móviles desnudas de las *Saprolegneas*, y completamente en las formas evolutivas amiboideas de los hongos micélicos (*Myxomycetos*). Los movimientos amiboideos de los mixomicetos móviles (zoosporos) y de sus plasmodias (fig. 10) no van en zaga, en cuanto á intensidad, á los verdaderos amibos, incluidos entre los rizópodos, como por ejemplo el *Amœba polypodia (princeps)* (fig. 11). En manifestaciones análogas de movimiento de animales y plantas inferiores, en vano buscaremos un criterio de espontaneidad, cuya interpretación está sujeta á la apreciación subjetiva del observador.

La facultad de sentir, que es necesario suponer dondequiera que se trate de movimiento voluntario, no está comprobada con certeza en todos los organismos animales.

Algunos animales inferiores (poríferos) carecen de sistema nervioso y de órganos de los sentidos, y presentan á la acción de los agentes irritantes pequeños movimientos, no más enérgicos que los de organismos vegetales. Esta irritabilidad aparece muy extendida en el círculo de las plantas superiores. Las plantas sensitivas mueven sus hojas cuando sufren la irritación mecánica del contacto (*mimosas*) ó doblan los tentáculos, terminados en maza, como la rosa crepuscular (*Drosera*) (fig. 7), á la manera de los brazos del pólipos. La cazamoscas (*Dionœa*) (fig. 8) junta las dos mitades de sus hojas, á la manera de una trampa, cuando

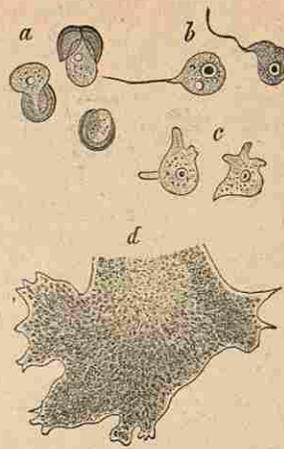


Fig. 10. — Esporos móviles del *Ethalium septicum*, según De Bary. a, en estado de quedar en libertad; b, como zoosporos; c, en periodo de amibo; d, fragmento de plasmodia.

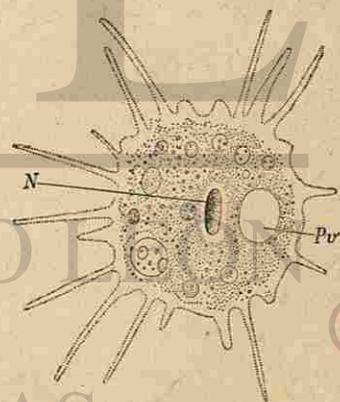


Fig. 11. — *Amœba (Dactylophara) polypodia*. N, núcleo; Pv, vacuola contráctil (según F. E. Schultze).

la tocan los insectos. Los estambres de las centáureas se acortan bajo las irritaciones eléctricas y mecánicas en toda su longitud, y según leyes análogas á las de los músculos de los animales superiores. Muchas flores se abren y se cierran bajo la influencia de la luz en determinados períodos del día.

Aparecen, pues, á nuestra consideración la *irritabilidad* y la *contractilidad* como cualidades propias también de los tejidos vegetales y del protoplasma de las células vegetales, y no nos es posible determinar si la *voluntad* y la *sensación*, excluidas por nosotros de aquellas manifestaciones de las plantas, intervienen en los fenómenos análogos de irritación y movimiento de los animales inferiores.

En ninguno de los caracteres de las vidas animal y vegetal, que acabamos de estudiar, encontramos un criterio general, y no estamos, por lo tanto, en situación de demostrar la existencia de un límite riguroso entre ambos reinos. Animales y vegetales tienen un punto de partida común, la substancia contráctil (1), y se desarrollan en direcciones distintas, que al principio de su desenvolvimiento se confunden entre sí muchas veces, y no se manifiestan en todo su evidente antagonismo hasta que llega la organización á su pleno desarrollo. En este sentido, sin pretender fijar límites precisos entre las dos series orgánicas, se puede llegar á circunscribir el concepto del ser animal por el conjunto de los caracteres que marcan la dirección que le corresponde.

Así definiremos el *animal*: un organismo capaz de moverse libre y voluntariamente; dotado de sensación; que desarrolla sus órganos en el interior del cuerpo por despliegue de superficies internas; necesita una alimentación orgánica; inspira oxígeno; bajo la influencia de procesos de oxidación en el cambio de materiales, transforma las fuerzas de tensión en fuerzas vivas y elimina ácido carbónico á la vez que productos azoados de descomposición.

La ciencia que tiene por objeto los animales y se ocupa en estudiarlos en su forma y manifestaciones vitales, así como en sus relaciones entre sí y con el mundo exterior, es la ZOOLOGIA.

(1) La creación de un reino intermedio para las formas vivas más elementales ni es sostenible científicamente, ni tiene trascendencia práctica. La admisión de un reino de *protistas* no haría más que duplicar las dificultades del deslinde.

ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO

DE LOS ANIMALES EN GENERAL

Las consideraciones que hasta ahora hemos hecho para fijar el concepto del ser *animal*, nos han dado ya una idea de la diversidad y múltiples categorías de la organización animal. Así como de la ovicélula se construye en lenta diferenciación la complicación del organismo, y durante su evolución embrionaria y de vida libre recorre estados que, en serie ascendente, conducen á un desenvolvimiento siempre más elevado de sus partes y á un trabajo más completo de los órganos, así se manifiesta también en el extenso campo de las formas vivas una ley, análoga al desarrollo lentamente progresivo, de ascenso de lo simple á lo múltiple, tanto en la forma del cuerpo y en la composición de sus partes como en la plenitud de las manifestaciones vitales. Estas jerarquías indican un parentesco más ó menos próximo, revelado en infinitas gradaciones, y para su explicación se han propuesto distintas hipótesis; supone la una, una creación que se realiza según planes determinados de organización, y admite la otra una evolución natural que desde lo sencillo va avanzando á lo complicado en el transcurso de largos períodos de tiempo. Como la primera suposición tomada en su sentido estricto equivale á renunciar á la posibilidad de toda explicación, y la segunda ha llegado con los progresos de la ciencia á constituir una teoría que se armoniza satisfactoriamente con los hechos de la naturaleza, aceptaremos como científica esta segunda hipótesis.

Las gradaciones de la organización animal no derivan unas de otras en serie única y continua como los grados de evolución del individuo. La paralela de los peldaños de evolución del reino animal, como conjunto, y la de los estados sucesivos de la forma vital única, difieren entre sí hasta el punto que frente de la serie evolutiva del individuo distinguimos un número de círculos de organización animal que se confunden varias veces, pero que en su más

la tocan los insectos. Los estambres de las centáureas se acortan bajo las irritaciones eléctricas y mecánicas en toda su longitud, y según leyes análogas á las de los músculos de los animales superiores. Muchas flores se abren y se cierran bajo la influencia de la luz en determinados períodos del día.

Aparecen, pues, á nuestra consideración la *irritabilidad* y la *contractilidad* como cualidades propias también de los tejidos vegetales y del protoplasma de las células vegetales, y no nos es posible determinar si la *voluntad* y la *sensación*, excluidas por nosotros de aquellas manifestaciones de las plantas, intervienen en los fenómenos análogos de irritación y movimiento de los animales inferiores.

En ninguno de los caracteres de las vidas animal y vegetal, que acabamos de estudiar, encontramos un criterio general, y no estamos, por lo tanto, en situación de demostrar la existencia de un límite riguroso entre ambos reinos. Animales y vegetales tienen un punto de partida común, la substancia contráctil (1), y se desarrollan en direcciones distintas, que al principio de su desenvolvimiento se confunden entre sí muchas veces, y no se manifiestan en todo su evidente antagonismo hasta que llega la organización á su pleno desarrollo. En este sentido, sin pretender fijar límites precisos entre las dos series orgánicas, se puede llegar á circunscribir el concepto del ser animal por el conjunto de los caracteres que marcan la dirección que le corresponde.

Así definiremos el *animal*: un organismo capaz de moverse libre y voluntariamente; dotado de sensación; que desarrolla sus órganos en el interior del cuerpo por despliegue de superficies internas; necesita una alimentación orgánica; inspira oxígeno; bajo la influencia de procesos de oxidación en el cambio de materiales, transforma las fuerzas de tensión en fuerzas vivas y elimina ácido carbónico á la vez que productos azoados de descomposición.

La ciencia que tiene por objeto los animales y se ocupa en estudiarlos en su forma y manifestaciones vitales, así como en sus relaciones entre sí y con el mundo exterior, es la ZOOLOGIA.

(1) La creación de un reino intermedio para las formas vivas más elementales ni es sostenible científicamente, ni tiene trascendencia práctica. La admisión de un reino de *protistas* no haría más que duplicar las dificultades del deslinde.

ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO

DE LOS ANIMALES EN GENERAL

Las consideraciones que hasta ahora hemos hecho para fijar el concepto del ser *animal*, nos han dado ya una idea de la diversidad y múltiples categorías de la organización animal. Así como de la ovicélula se construye en lenta diferenciación la complicación del organismo, y durante su evolución embrionaria y de vida libre recorre estados que, en serie ascendente, conducen á un desenvolvimiento siempre más elevado de sus partes y á un trabajo más completo de los órganos, así se manifiesta también en el extenso campo de las formas vivas una ley, análoga al desarrollo lentamente progresivo, de ascenso de lo simple á lo múltiple, tanto en la forma del cuerpo y en la composición de sus partes como en la plenitud de las manifestaciones vitales. Estas jerarquías indican un parentesco más ó menos próximo, revelado en infinitas gradaciones, y para su explicación se han propuesto distintas hipótesis; supone la una, una creación que se realiza según planes determinados de organización, y admite la otra una evolución natural que desde lo sencillo va avanzando á lo complicado en el transcurso de largos períodos de tiempo. Como la primera suposición tomada en su sentido estricto equivale á renunciar á la posibilidad de toda explicación, y la segunda ha llegado con los progresos de la ciencia á constituir una teoría que se armoniza satisfactoriamente con los hechos de la naturaleza, aceptaremos como científica esta segunda hipótesis.

Las gradaciones de la organización animal no derivan unas de otras en serie única y continua como los grados de evolución del individuo. La paralela de los peldaños de evolución del reino animal, como conjunto, y la de los estados sucesivos de la forma vital única, difieren entre sí hasta el punto que frente de la serie evolutiva del individuo distinguimos un número de círculos de organización animal que se confunden varias veces, pero que en su más

alto desarrollo son esencialmente distintos y los consideramos como las más elevadas divisiones del sistema, asemejándose al tronco de un árbol con múltiples ramificaciones. Así como no hay en el mundo orgánico un límite absoluto entre el reino animal y el vegetal, y más bien existen muchos términos de transición en el campo de los organismos inferiores, sucede lo mismo respecto de los grandes grupos animales, que en su más alto grado de desarrollo parecen formas de organización única y rigurosamente exclusivas (tipos de Cuvier ó planos de estructura); y sin embargo, en sus estados inferiores y simples, y en virtud de su evolución, demuestran la comunidad de su origen y su próximo parentesco.

INDIVIDUO.—ÓRGANO.—COLONIA

Por regla general, y del todo constante en los animales superiores, el organismo animal se nos presenta como una mera unidad indivisible (*individuum*), tanto por su forma (morfológicamente) como por su actividad vital (fisiológicamente). Las partes excindidas no llegan á formar un nuevo individuo, y en la mayoría no se puede separar un fragmento sin comprometer la vida del organismo, porque la energía vital sólo se conserva en su plenitud con el conjunto de todas las partes del cuerpo. Por razón de su indivisibilidad se da al organismo el nombre de individuo, y se entiende por órgano toda parte del cuerpo que, constituyendo una unidad subordinada á la unidad superior del organismo, presenta una forma interior y exterior determinada, ejerce una función propia y representa uno de tantos aparatos de cuyo trabajo recíproco depende la vida del individuo.

Hay gran número de animales inferiores á los cuales no es aplicable este concepto de individuo. En estos seres no sólo hay una aptitud regenerativa de las partes lisiadas ó destruídas, sino que, divididos en dos ó más fragmentos, los trozos separados del cuerpo matriz existen independientes y llegan á ser animales hijos; entre los *protozoos*, los *celenterados* y los gusanos son muy comunes estos hechos. Si los fragmentos quedan unidos entre sí forman colonias, cuyos miembros tienen una forma determinada que se puede llamar individual por el desarrollo y representa morfológi-

camente la individualidad, pero que fisiológicamente se conducen respecto de la colonia como órganos respecto de un organismo. Representan, por lo tanto, *individuos incompletos*, que muy á menudo no pueden subsistir por sí y sucumben como seres aislados cuando difieren entre sí en forma y funciones, y por la diversidad de su estructura toman parte en los trabajos necesarios para la conservación de la totalidad. Tales colonias *polimorfas* (1) muestran en sus manifestaciones todos los caracteres de un individuo, por más que *morfológicamente* son reuniones de individuos que *fisiológicamente* se conducen como órganos (fig. 5).

El deslinde riguroso no es sólo difícil é imposible entre la colonia y el individuo, lo es también entre individuo y órgano. Órganos, y aun más frecuentemente complejos orgánicos, pueden mantenerse vivos después de separados del organismo, y llegar á constituir una unidad independiente. Lo mismo puede aplicarse á la célula, que en animales de organización elevada, los metazoarios, representa una unidad aislada é independiente, al paso que en los protozoos representa todo el organismo, cuya organización se diferencia en el protoplasma del cuerpo de la célula. Este grado ínfimo y simplicísimo de la individualidad, la célula, contradice plenamente el concepto de individuo que hasta ahora venimos aceptando, en tanto que se multiplica por división (lo mismo que los protozoos), y con esta cualidad resulta ser lo contrario del individuo, esto es, un individuo cuya divisibilidad es la condición fundamental para el desarrollo y conservación de todo el mundo orgánico. A pesar de esta contradicción hemos de aceptar la célula como el grado ínfimo de la individualidad, distinguiendo en serie ascendente la *célula*, el *órgano*, el *complejo de órganos* y la *multiplicidad de complejos orgánicos* como grados de individualidad de distinto orden.

En el cuerpo animal no aparece cada órgano único; con frecuencia se repiten órganos homólogos en número múltiple. Esta multiplicidad depende en primer término de la arquitectura radiada ó bilateral del cuerpo. En los animales de construcción radiada, los *radiarios*, se pueden unir dos puntos opuestos del cuerpo, á ma-

(1) R. Leuckart: *Ueber den Polymorphismus der Individuen und die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur*, Giessen, 1851.

nera de polos, por un eje, que se puede llamar eje principal. Luego se pueden hacer pasar por este eje planos de sección que dividan el cuerpo en porciones simétricas, *antímeras*. Los órganos simples

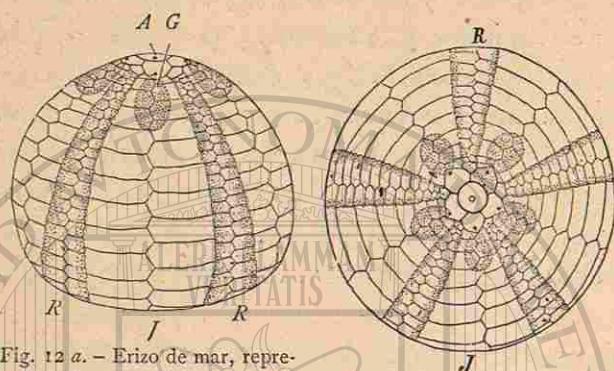


Fig. 12 a. - Erizo de mar, representado esquemáticamente. *J*, interrradio con las dos series de láminas intermedias á los ambulacros y el órgano genital *G*; *R*, radios con las dos series de láminas de los ambulacros atravesados por los poros de los mismos.

Fig. 12 b. - Concha del erizo de mar vista por su ápice. *R*, radios con los pares de láminas agujereadas; *J*, interrradio con el órgano genital correspondiente y su poro.

vienen á caer en el eje principal y los demás se repiten uniformemente en los fragmentos parciales. Cada antímera contiene un complejo orgánico determinado y representa por sí una unidad subalterna, un individuo de orden inferior, que con los demás órganos, situados alrededor del que existe único, constituye la unidad total superior.

En cada plano perpendicular al eje principal del animal radiado se pueden trazar cierto número de líneas, según el número de antímeras, por mitad de cada una de éstas, y un número igual de líneas entre las antímeras contiguas.

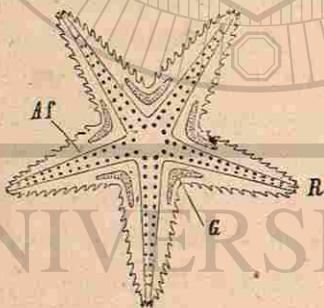


Fig. 13. - Estrella de mar en representación esquemática. *G*, órgano genital en los interradios; *Af*, situación de las líneas de pies ambulacrales en los radios, *R*.

Las primeras se llaman rayos principales ó *radios* y las segundas *interradios*. El plano vertical correspondiente á cada radio corresponde á la mitad del complejo orgánico perteneciente á la antímera respectiva, y divide la antímera por mitad, al paso que el plano vertical que pasa por un interrradio separa una de otra las antímeras convecinas. Según

un radio y un interrradio, ó en otros términos, la prolongación de un radio principal se continúa con un interrradio (fig. 12, *a*, *b*, y fig. 13).

En los radiados de radios pares, en el mismo plano vertical caen siempre dos radios ó dos interradios opuestos. Un corte vertical que interese un radio principal, al prolongarse alcanza al radio principal de la antímera opuesta. Los cuatrirradiados, por ejemplo, tienen cuatro antímeras, divididas por mitad por dos planos verticales cruzados en ángulo recto correspondiente á los cuatro radios, separados por otros planos verticales intermedios á los anteriores y correspondientes á los interradios (fig. 14).

Los radiados de dos radios (ctenóforos ó medusas) poseen sólo dos radios principales opuestos que caen en un plano vertical común. El segundo plano, que cruza al primero en ángulo recto, corresponde á los interradios de las antímeras y las divide. El primer plano, en el

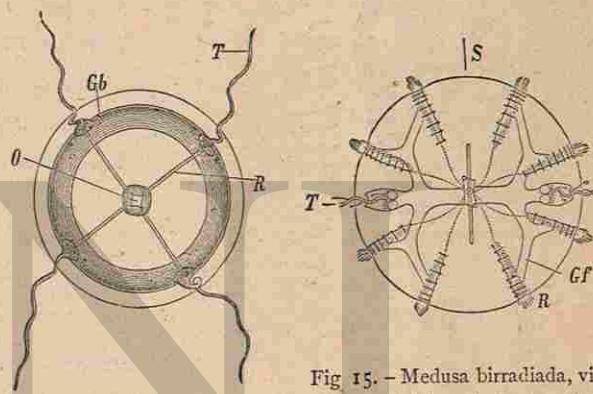


Fig. 14. - Larva de tina. *O*, boca; *R*, vaso radial; *Gb*, vesícula auditiva; *T*, tentáculo.

Fig. 15. - Medusa birradiada, vista por el ápice. *S*, plano sagital; *T*, plano transversal; *R*, costillas; *Gf*, sistema vascular.

que se repite la mayor parte de los órganos, se puede llamar *plano transversal*, dando el nombre de *sagital* al plano de los interradios que corresponde al plano medio de los animales bilaterales (fig. 15).

En la arquitectónica bilateral, que se encuentra realizada en cada antímera de los radiados, sólo se puede imaginar un plano que pase por el eje longitudinal, el *plano medio*, con la condición de dividir el cuerpo en dos mitades iguales, como reflejo la una de la otra. Estas dos mitades tan idénticas entre sí, se pueden llamar *parámeras*, en contraposición con las *antímeras*. En el cuerpo bilateral se distingue un lado anterior y otro posterior, uno derecho y otro izquierdo, uno dorsal y otro abdominal. Los órganos impares y únicos caen en el plano medio, á los lados del cual están si-

tuados en ambas mitades del cuerpo los órganos pares. El plano perpendicular al *plano medio* (de derecha á izquierda), que divide las mitades desiguales ventral y dorsal, recibe el nombre de *plano transverso*. Las antimeras de los radiados constan de dos parámetros y son por consiguiente bilaterales, puesto que el plano que pasa por el radio se conduce como plano medio respecto de las mitades parciales.

La simetría originaria de las dos mitades del cuerpo se altera en el curso del crecimiento progresivo, de modo que muchos animales bilaterales pueden presentar, al llegar á su estado de completo desarrollo, una asimetría más ó menos pronunciada de algunos órganos, y en ciertas condiciones de la forma total del cuerpo (*lerneas*).

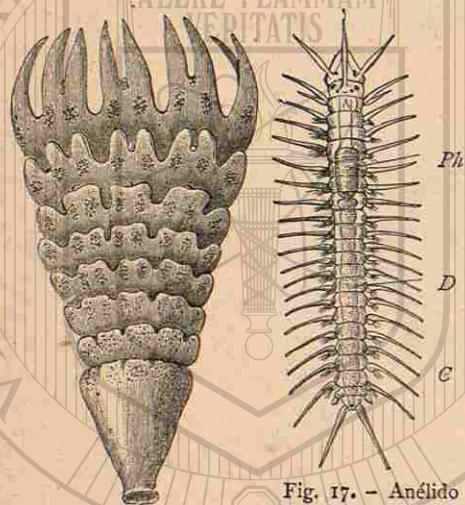


Fig. 16. - Strobila de *Chrysaora*.

Fig. 17. - Anélido (*polichates*). Ph, faringe; D, conducto intestinal; C, cirros; E, tentáculos.

Puede suceder, y es muy frecuente este caso en animales bilaterales y no tanto en los radiados (*Strobila*, fig. 16), que se repitan en dirección longitudinal los mismos grupos de órganos y partes homólogas de los mismos órganos. El cuerpo adquiere una forma articulada y se divide en secciones situadas unas á continuación de otras, *segmentos* ó *metámeras*, en las cuales se repite la organización más ó menos uniformemente (*anélidos*) (fig. 17). Los fragmentos consecutivos pueden ser completamente similares en estructura y funciones, y representan como las antimeras de los individuos radiados de orden inferior, que al separarse del conjunto tienen existencia propia y permanecen

vivos por más ó menos tiempo (*proglótidas* de los *cestodes*). En los seres de organización superior los segmentos aparecen en más estrecha unión y en recíproca dependencia, y pierden también su completa semejanza ú homonimidad.

A medida que las metámeras adquieren forma desigual y representan diferente significación para la vida del organismo articulado, pierden su independencia individual y descienden á la significación de complejos orgánicos ó de simples órganos.

De manera enteramente análoga á la segmentación del individuo, puede efectuarse la formación de metámeras en colonias *polimorfas*, que implican la significación de individuo. En este caso siguen al tronco grupos análogos de individuos distintos, grupos que tienen en sí las condiciones de existencia, y por consiguiente, separados de la colonia total, pueden vivir como colonias de orden inferior (*Diphyes*, *Eudoxia*) (fig. 18).

Las precedentes consideraciones demuestran que al distinguir nosotros grados diversos de individualidad, no nos es posible ordenarlos en determinado número de categorías á manera de escalafón. Aunque pudiéramos señalar la célula como grado más inferior, y al órgano como el segundo, incurriríamos en una equivocación al reconocer con E. Haeckel á la *persona* el tercer orden y al *cormus* ó colonia el cuarto. Aparte de que la designación de persona se habría de aplicar á grados superiores é inferiores de significación desigual (complejo orgánico de forma simple ó compuesta, en número único ó en múltiple repetición en el caso de formación de metámeras y antimeras), y de que otro tanto ocurriría con el cormus ó colonia, la imposibilidad de trazar un límite riguroso entre colonia é individuo como complejo orgánico, y entre éste y órgano, nos impone la necesidad ineludible de no aceptar ni aplicar este concepto en el sentido de oposición morfológica, y sí sólo en el de una relación variable según el objeto de la comparación.

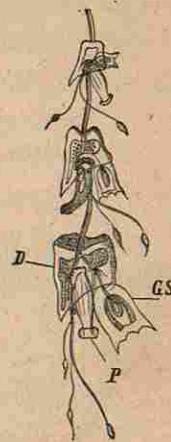


Fig. 18. - Fragmento de un tronco de *Diphyes*, según R. Leuckart. D, fragmento de escudo; GS, campana flotante genital; P, polipito con filamentos prehensiles. El grupo de individuos se disgrega en forma de *Eudoxia*.

Respecto de los órganos subsiste la distinción en órdenes superior é inferior. Hay órganos que pueden reducirse á la célula y respectivamente á un complejo de células homólogas (tejidos simples), y hay otros á cuya formación concurren diversos complejos de células y tejidos (órganos compuestos), y con frecuencia se dividen en secciones que difieren por su estructura y su función. Respecto de los órganos compuestos de orden superior, cada una de sus secciones, y dentro de éstas cada agregado de células, y los complejos de derivados de células, desempeñan el papel de órganos subalternos, respecto de los cuales constituye el órgano último y simplicísimo la célula ó el territorio de protoplasmas á ella correspondiente. A los órganos compuestos de diverso orden se les da el nombre de sistemas orgánicos (sistema vascular, sistema nervioso) y aparatos orgánicos (aparato digestivo).

CÉLULAS Y TEJIDOS CELULARES

Se da el nombre de tejido á toda parte de órgano que examinada con el microscopio presenta una estructura de la cual forman parte células ó derivados de ellas. Los tejidos así formados tienen fisiológicamente una función correspondiente á su estructura especial, y que conviene con la función total del órgano de que forman parte, por lo que se los puede considerar como órganos de categoría inferior. La unidad última, órgano de orden ínfimo ú *órgano elemental* (1), que integra la estructura de los tejidos, es la *célula*, respecto de la cual hemos dicho ya que no tiene la membrana el valor de un carácter decisivo y concluyente. Hállase, pues, en contradicción la definición antigua de la célula con el concepto que de ella se tiene en la actualidad, y por eso se ha intentado cambiar el nombre de célula por el de plastidia, como lo ha hecho Haeckel. La parte más esencial de la célula tampoco es el núcleo, por más que nunca falta en las células de organismos superiores; lo verdaderamente esencial está más bien en el protoplasma, con su agrupación molecular especial, y en las funciones de movimiento propio,

(1) T. Schwann: *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*, Berlín, 1839; F. Leydig: *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, Francfort, 1857.

de nutrición (*nutrición, asimilación, respiración*) y de reproducción (fig. 19). Por más que se haya convenido en reconocer al contenido celular una estructura molecular, á la que son debidas sus manifestaciones vitales, jamás se ha podido descubrir esta estructura ni aun con el auxilio de los más poderosos aumentos (1). Es completamente distinta de esta agrupación molecular la finísima estructura del protoplasma, estudiada en estos últimos años á favor de los avanzados perfeccionamientos del microscopio. En tanto que Max Schultze consideraba el protoplasma como una substancia fundamental homogénea y en estado de fluidez viscosa, en el seno de la cual se alojan multitud de gránulos, en época más reciente se ha llegado á demostrar que esa pretendida homogeneidad es sólo aparente en la mayoría de los casos (2), y que el protoplasma tiene más bien una estructura finamente fibrosa, reticulada, con substancia intermedia fluida (paraplasma). Esta trama reticular ó filamentosa (*substancia fibrilar*) ha sido considerada por muchos como la esencialmente viva y capaz de determinar y sostener el movimiento.

Lo que se llama núcleo de la célula es una aglomeración sólida de protoplasma, ó un cuerpo más fluido, limitado por una envoltura sólida (membrana del núcleo) que encierra á su vez en la mayoría de los casos un cuerpo reticular de cordones más densos (*armazón del núcleo*), juntamente con uno ó varios corpúsculos (*nucleolo*). Por variadas que sean las formas que pueda afectar el núcleo, contiene siempre

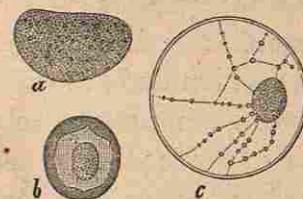


Fig. 19. - Formas nucleares, según R. Hertwig. a, núcleo celular de los tubos de Malpigio de una oruga; b, núcleo de heliozario con capa cortical y nucleolo en el jugo celular; c, núcleo de un huevo de erizo de mar. Nucleolo alojado en un retículo de filamentos protoplasmáticos, rodeado de jugo nuclear.

(1) La más pequeña partícula perceptible con los aumentos de mayor potencia, es, respecto de su estructura molecular, un cuerpo de complicadísima composición en el que se presume la existencia de millones de moléculas en determinada agrupación.

(2) C. Frommann: *Zur Lehre von der Structur der Zellen*. *Jenaer naturw. Zeitschrift*, tomo IX, 1875; Strasburger: *Studien über Protoplasma*, loc. cit., tomo X, 1876; además G. Retzius: *Studien über Zelltheilung*. *Biologische Untersuchungen*, Estocolmo, 1881; W. Flemming: *Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung*, Leipzig, 1882; C. Rabl: *Ueber Zelltheilung*. *Morphologisches Jahrbuch*, tomo X, 1885.

Respecto de los órganos subsiste la distinción en órdenes superior é inferior. Hay órganos que pueden reducirse á la célula y respectivamente á un complejo de células homólogas (tejidos simples), y hay otros á cuya formación concurren diversos complejos de células y tejidos (órganos compuestos), y con frecuencia se dividen en secciones que difieren por su estructura y su función. Respecto de los órganos compuestos de orden superior, cada una de sus secciones, y dentro de éstas cada agregado de células, y los complejos de derivados de células, desempeñan el papel de órganos subalternos, respecto de los cuales constituye el órgano último y simplicísimo la célula ó el territorio de protoplasmas á ella correspondiente. A los órganos compuestos de diverso orden se les da el nombre de sistemas orgánicos (sistema vascular, sistema nervioso) y aparatos orgánicos (aparato digestivo).

CÉLULAS Y TEJIDOS CELULARES

Se da el nombre de tejido á toda parte de órgano que examinada con el microscopio presenta una estructura de la cual forman parte células ó derivados de ellas. Los tejidos así formados tienen fisiológicamente una función correspondiente á su estructura especial, y que conviene con la función total del órgano de que forman parte, por lo que se los puede considerar como órganos de categoría inferior. La unidad última, órgano de orden ínfimo ú *órgano elemental* (1), que integra la estructura de los tejidos, es la *célula*, respecto de la cual hemos dicho ya que no tiene la membrana el valor de un carácter decisivo y concluyente. Hállase, pues, en contradicción la definición antigua de la célula con el concepto que de ella se tiene en la actualidad, y por eso se ha intentado cambiar el nombre de célula por el de plastidia, como lo ha hecho Haeckel. La parte más esencial de la célula tampoco es el núcleo, por más que nunca falta en las células de organismos superiores; lo verdaderamente esencial está más bien en el protoplasma, con su agrupación molecular especial, y en las funciones de movimiento propio,

(1) T. Schwann: *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*, Berlín, 1839; F. Leydig: *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, Francfort, 1857.

de nutrición (*nutrición, asimilación, respiración*) y de reproducción (fig. 19). Por más que se haya convenido en reconocer al contenido celular una estructura molecular, á la que son debidas sus manifestaciones vitales, jamás se ha podido descubrir esta estructura ni aun con el auxilio de los más poderosos aumentos (1). Es completamente distinta de esta agrupación molecular la finísima estructura del protoplasma, estudiada en estos últimos años á favor de los avanzados perfeccionamientos del microscopio. En tanto que Max Schultze consideraba el protoplasma como una substancia fundamental homogénea y en estado de fluidez viscosa, en el seno de la cual se alojan multitud de gránulos, en época más reciente se ha llegado á demostrar que esa pretendida homogeneidad es sólo aparente en la mayoría de los casos (2), y que el protoplasma tiene más bien una estructura finamente fibrosa, reticulada, con substancia intermedia fluida (paraplasma). Esta trama reticular ó filamentosa (*substancia fibrilar*) ha sido considerada por muchos como la esencialmente viva y capaz de determinar y sostener el movimiento.

Lo que se llama núcleo de la célula es una aglomeración sólida de protoplasma, ó un cuerpo más fluido, limitado por una envoltura sólida (membrana del núcleo) que encierra á su vez en la mayoría de los casos un cuerpo reticular de cordones más densos (*armazón del núcleo*), juntamente con uno ó varios corpúsculos (*nucleolo*). Por variadas que sean las formas que pueda afectar el núcleo, contiene siempre

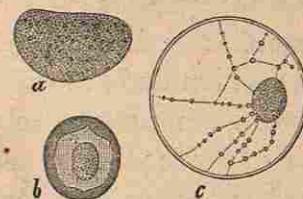


Fig. 19. - Formas nucleares, según R. Hertwig. a, núcleo celular de los tubos de Malpigio de una oruga; b, núcleo de heliozario con capa cortical y nucleolo en el jugo celular; c, núcleo de un huevo de erizo de mar. Nucleolo alojado en un retículo de filamentos protoplasmáticos, rodeado de jugo nuclear.

(1) La más pequeña partícula perceptible con los aumentos de mayor potencia, es, respecto de su estructura molecular, un cuerpo de complicadísima composición en el que se presume la existencia de millones de moléculas en determinada agrupación.

(2) C. Frommann: *Zur Lehre von der Structur der Zellen*. *Jenaer naturw. Zeitschrift*, tomo IX, 1875; Strasburger: *Studien über Protoplasma*, loc. cit., tomo X, 1876; además G. Retzius: *Studien über Zelltheilung*. *Biologische Untersuchungen*, Estocolmo, 1881; W. Flemming: *Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung*, Leipzig, 1882; C. Rabl: *Ueber Zelltheilung*. *Morphologisches Jahrbuch*, tomo X, 1885.

una substancia fluida, el *jugo nuclear* y la *materia nuclear* (armazón del núcleo y nucleolos) (fig. 19); substancia densa á la que se atribuye capital importancia para la función del núcleo. La parte de materia nuclear que se tiñe vivamente con los agentes de coloración, es la que se conoce con el nombre de *cromatina*, para distinguirla de la substancia acromática que no se colora.

Es una propiedad muy importante y general del protoplasma la contractilidad. La materia viviente presenta, en relación con el cambio de materiales, fenómenos de movimiento, que se manifiestan no sólo en deslizamientos y cambios de lugar de las partículas sólidas y de los gránulos del contenido líquido, sino también en cambios de forma de la célula en totalidad. Si por efecto de la condensación de la capa limitante periférica, ó de una zona clara segregada por ella, ó en otros términos, si la célula ha tomado forma vesicular, las alteraciones de forma serán necesariamente más limitadas; pero en otro caso los movimientos de las partes se revelarán por un cambio, lento ó rápido, de la forma total. La célula presenta entonces los movimientos que se han llamado *amiboideos*; envía prolongaciones, las retrae, y mediante estos deslizamientos de la parte protoplasmática puede llegar hasta á cambiar de lugar. Las células jóvenes, indiferentes, son las que de preferencia aparecen en esta forma desprovista de membrana, con la aptitud para el cambio de forma; en el curso ulterior de su desarrollo forman frecuentemente una membrana de célula, que no es, como se creía antes, una parte constitutiva necesaria de la célula, y sí sólo la señal de que la célula ha llegado á su completo desarrollo, ó á su diferenciación más avanzada.

Origen de las células. Segmentación celular. — La célula procede, según nuestros conocimientos, de otra célula. No está demostrada la formación celular libre, en el sentido de Schwann y Schleiden, esto es, mediante la formación anterior de núcleos (citoblastos) en una materia orgánica formativa. Sólo se podría hablar de formación celular libre considerando como materia formativa el plasma de la célula misma, ó la confluencia del plasma de numerosas células (plasmodias). Este modo de formación (esporificación de mixomicetos) no se puede distinguir en realidad de la neoformación en el interior de células madres, y se puede considerar como una modi-

ficación de la multiplicación celular endógena, que entra en la categoría de la multiplicación celular por *división*. Luego que la célula, á beneficio de la adquisición y elaboración de materia nutritiva, ha llegado á crecer hasta ciertas dimensiones, el protoplasma se divide (casi siempre después de haberse dividido el núcleo) en dos porciones próximamente iguales, cada una de las cuales posee un núcleo. La división del núcleo es unas veces directa y otras se realiza, según se ha podido comprobar en multitud de casos, mediante una serie de diferenciaciones y cambios peculiares (*carioquinesis*, mitosis). Se creía antes que el núcleo matriz moría y se formaban dos núcleos nuevos; pero se ha puesto en evidencia que el núcleo, en virtud de las alteraciones que sufre, llega á hacerse imperceptible. El núcleo toma la forma de un huso claro (núcleo fusiforme) con prolongaciones finas y una aglomeración ecuatorial de substancia nuclear, á la que se dió el nombre (Butschli) de placa nuclear. Circundando los polos del huso se agrupan al mismo tiempo los gránulos del protoplasma alrededor de un líquido claro, en forma de rayos de una estrella (*aster*), que se distingue por sus vivos movimientos en la substancia del plasma. Posteriores investigaciones han demostrado que lo que se tomaba por granulaciones en la placa nuclear estaba formado en realidad por un ovillo de filamentos de una substancia nuclear que se colora vivamente por las substancias colorantes (cromatina), y que los cambios de este ovillo en el movimiento de sus dos segmentos hacia los polos del huso nuclear consisten en fenómenos más complicados (fig. 20). Estas asas filamentosas proceden de las partes cromatiníferas, tanto de los nucleolos como de la armazón del núcleo, que durante la formación del huso nuclear se transforman en ese ovillo y en filamentos fibrosos. Esta figura nuclear se compone en la división carioquinética de la célula, de una parte acromática, el huso nuclear, y de una figura cromática. La última corresponde á las asas filamentosas, que durante el proceso de segmentación recorren una serie fija de alteraciones. Las asas filamentosas forman primero un ovillo que envuelve al núcleo (forma ovillada del núcleo matriz, *espirema*) y se dividen luego en numerosos fragmentos, divididos á su vez en el sentido de la longitud en dos mitades. Más tarde estos segmentos filamentosos adquieren una agrupación regular y se sitúan

transversalmente al eje longitudinal del huso nuclear, formado entretanto, para adquirir, retraídos hacia el ecuador del huso, la forma de asas cuyos ángulos se dirigen hacia el centro, al paso que las ramas se dirigen hacia fuera. La figura nuclear está en el período asteriforme (Flemming) ó de *estrella madre* (fig. 20, *a, b*) (formación de la placa nuclear de Strasburger). Sigue entonces otra agrupación de los elementos en la que se separan una de otra las

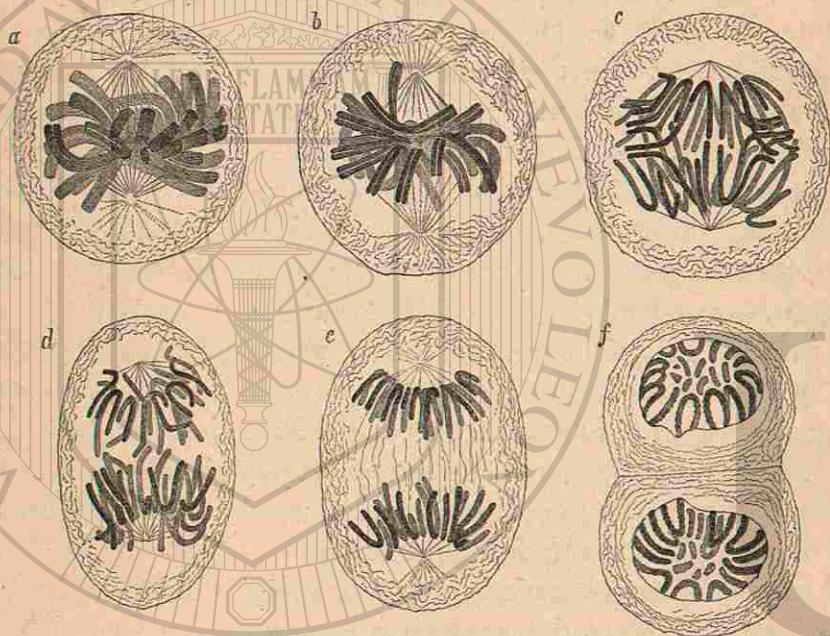


Fig. 20. - Células epidérmicas de la larva de salamandra en estado de división carioquinética, según C. Rabl. *a, b*, períodos de la estrella madre; *c*, período de metaquinesis; *d*, primer período de la formación de estrellas hijas (*diaster*); *e*, segundo período de la misma; *f*, ovillos de los núcleos hijos, después de la completa división del cuerpo celular.

dos mitades de cada asa, aplicándose hacia los dos polos opuestos (período de la metaquinesis) (fig. 20, *c*). Avanzando hacia cada polo las mitades de las asas y adquiriendo de nuevo la forma de estrella, pasa la figura al período de estrella de los núcleos hijos (*estrellas hijas* ó *diaster*) (fig. 20, *d, e*); luego se unen las asas de cada estrella para constituir un ovillo filamentososo (ovillo de los núcleos hijos) (fig. 20, *f*), que se descompone para formar la armazón nuclear del núcleo hijo.

Si los productos de la división celular son desiguales hasta el

punto de que la porción pequeña puede ser considerada como un producto desprendido del crecimiento de la mayor, se da á la forma de reproducción el nombre de *gemmación* ó *retoño*. En la multiplicación celular endógena se trata de la formación de células hijas en el interior de la célula madre. El protoplasma no se divide en dos ó más porciones mediante la estrangulación progresiva y ulterior separación, sino que se diferencia en torno de núcleos nuevamente formados, en masas de protoplasma, junto á las cuales puede subsistir el núcleo celular primitivo.

La ovicélula, que hemos de considerar como punto de partida del desarrollo del organismo, produce por diversas vías de multiplicación celular el material de células que se aplica á la formación de los tejidos. Grupos de células indiferentes y homólogas en su origen, se separan y adquieren una forma distinta; los elementos correspondientes sufren una diferenciación variable y producen de sí y sus derivados una forma determinada de tejido celular, que llega á desempeñar una función correspondiente á la especialidad de su estructura. La separación de grupos de células diferentes, que forman el estado embrionario de diversos tejidos, prepara la división del trabajo del órgano por ellas formado, y en conformidad con la división más general de las funciones del organismo animal se dividen en *órganos de la vida vegetativa* y *de la vida animal*. A los primeros corresponde la nutrición y conservación del cuerpo, y los segundos tienen por objeto exclusivo las funciones propias de los animales, el movimiento y la sensibilidad. Los tejidos vegetativos se dividen en dos grupos: en células y agregados celulares (epitelios) y en tejidos de la substancia conjuntiva, y los animales en tejido muscular y tejido nervioso. En realidad esta división no tiene otro objeto que facilitar la comprensión en general de las formas de tejido y dar idea de sus mutuas relaciones; de ningún modo se pretende con ella establecer un riguroso deslinde entre sus diferentes grupos.

1. AGREGADOS CELULARES Y CÉLULAS LIBRES

Las células se conservan en la forma propia y aparecen, ó bien colocadas unas junto á otras formando agregados en forma de capa

transversalmente al eje longitudinal del huso nuclear, formado entretanto, para adquirir, retraídos hacia el ecuador del huso, la forma de asas cuyos ángulos se dirigen hacia el centro, al paso que las ramas se dirigen hacia fuera. La figura nuclear está en el período asteriforme (Flemming) ó de *estrella madre* (fig. 20, *a, b*) (formación de la placa nuclear de Strasburger). Sigue entonces otra agrupación de los elementos en la que se separan una de otra las

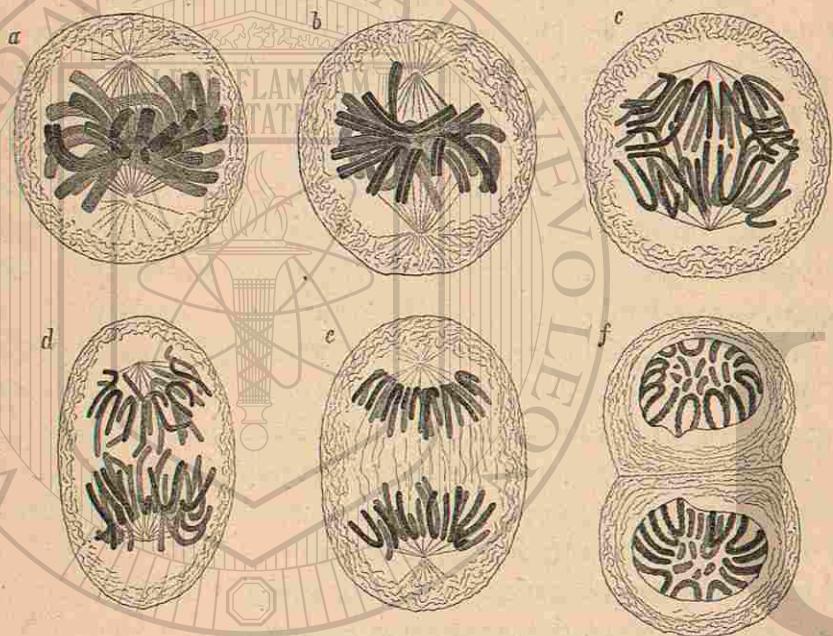


Fig. 20. - Células epidérmicas de la larva de salamandra en estado de división carioquinética, según C. Rabl. *a, b*, períodos de la estrella madre; *c*, período de metaquinesis; *d*, primer período de la formación de estrellas hijas (*diaster*); *e*, segundo período de la misma; *f*, ovillos de los núcleos hijos, después de la completa división del cuerpo celular.

dos mitades de cada asa, aplicándose hacia los dos polos opuestos (período de la metaquinesis) (fig. 20, *c*). Avanzando hacia cada polo las mitades de las asas y adquiriendo de nuevo la forma de estrella, pasa la figura al período de estrella de los núcleos hijos (*estrellas hijas* ó *diaster*) (fig. 20, *d, e*); luego se unen las asas de cada estrella para constituir un ovillo filamentososo (ovillo de los núcleos hijos) (fig. 20, *f*), que se descompone para formar la armazón nuclear del núcleo hijo.

Si los productos de la división celular son desiguales hasta el

punto de que la porción pequeña puede ser considerada como un producto desprendido del crecimiento de la mayor, se da á la forma de reproducción el nombre de *gemmación* ó *retoño*. En la multiplicación celular endógena se trata de la formación de células hijas en el interior de la célula madre. El protoplasma no se divide en dos ó más porciones mediante la estrangulación progresiva y ulterior separación, sino que se diferencia en torno de núcleos nuevamente formados, en masas de protoplasma, junto á las cuales puede subsistir el núcleo celular primitivo.

La ovicélula, que hemos de considerar como punto de partida del desarrollo del organismo, produce por diversas vías de multiplicación celular el material de células que se aplica á la formación de los tejidos. Grupos de células indiferentes y homólogas en su origen, se separan y adquieren una forma distinta; los elementos correspondientes sufren una diferenciación variable y producen de sí y sus derivados una forma determinada de tejido celular, que llega á desempeñar una función correspondiente á la especialidad de su estructura. La separación de grupos de células diferentes, que forman el estado embrionario de diversos tejidos, prepara la división del trabajo del órgano por ellas formado, y en conformidad con la división más general de las funciones del organismo animal se dividen en *órganos de la vida vegetativa* y *de la vida animal*. A los primeros corresponde la nutrición y conservación del cuerpo, y los segundos tienen por objeto exclusivo las funciones propias de los animales, el movimiento y la sensibilidad. Los tejidos vegetativos se dividen en dos grupos: en células y agregados celulares (epitelios) y en tejidos de la substancia conjuntiva, y los animales en tejido muscular y tejido nervioso. En realidad esta división no tiene otro objeto que facilitar la comprensión en general de las formas de tejido y dar idea de sus mutuas relaciones; de ningún modo se pretende con ella establecer un riguroso deslinde entre sus diferentes grupos.

1. AGREGADOS CELULARES Y CÉLULAS LIBRES

Las células se conservan en la forma propia y aparecen, ó bien colocadas unas junto á otras formando agregados en forma de capa

extensa, ó bien aisladas y libres en un medio líquido. Esta última forma se puede considerar como secundaria respecto de la primera, en virtud de que las células de agregados completos habrían quedado en libertad, y se alojarían en un medio líquido de diverso origen.

El epitelio (tejido epitelial).— Forman los epitelios agregados celulares dispuestos en superficie, que en estratificación simple ó múltiple revisten las superficies externa é interna del cuerpo y las cavidades cerradas del último (*endotelio*). En la forma elemental de los metazoos, la *blástula*, formada de una sola capa, encontra-

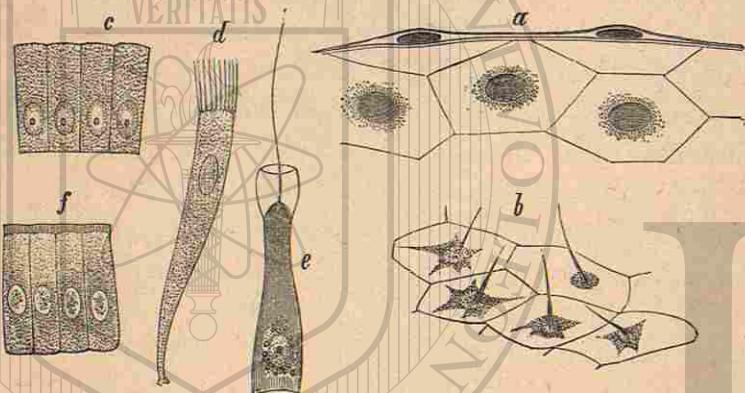


Fig. 21. - Diversas células epiteliales. *a*, células pavimentosas; *b*, células planas con pelos (de una medusa); *c*, células cilíndricas; *d*, células vibrátiles; *e*, célula flagelada con collar (esponja); *f*, célula cilíndrica con orla porosa (epitelio de intestino delgado).

mos la agrupación epitelial de las células como capa sencilla extendida en la superficie (blastodermo). Es, pues, el epitelio la forma primitiva de tejido.

Según la forma distinta de las células, se divide el epitelio en cilíndrico, vibrátil y pavimentoso (fig. 21). En el primero, las células se han hecho cilíndricas por prolongación del eje longitudinal; en el segundo están provistas en su superficie libre de pestañas vibrátiles ó de pelos, cuya substancia está en continuidad con el protoplasma vivo de la célula. Si hay un solo pelo vibrátil que sobresalga de la célula (á veces son también planas), se llama esta célula flagelada (células de las esponjas). Cuando las pestañas vibrátiles están próximas formando línea, se forman láminas vibrátiles (como las de los ctenóforos). En los epitelios planos ó pavi-

mentosos, encontramos células lisas y aplanadas, que si forman capas distintas, en las más profundas tienden á tomar la forma de células redondas (fig. 22). En tanto que las inferiores conservan su consistencia blanda y fluida y se encuentran en estado de división activa y de proliferación, las superiores presentan una consistencia más resistente, se cornifican lentamente y se desprenden en escamas ó en placas extensas (epidermis), para ser reemplazadas por nuevas formaciones de las capas inferiores.

Gruesas capas estratificadas de células planas cornificadas y estrechamente unidas entre sí, conducen gradualmente á la formación de productos resistentes coriáceos ó córneos (uñas, garras, cascos), que á la manera del revestimiento epidermoideo, formado por los pelos, plumas y escamas, pueden desempeñar el papel de esqueleto protector externo. Mientras que por mucho tiempo fueron consideradas las células de los epitelios como elementos aislados, unidos en capas por una substancia unitiva, en época moderna se ha reconocido que las células en estado joven y poco diferenciadas todavía, están unidas por sus superficies colindantes mediante filamentos de protoplasma, y no pierden este medio de enlace hasta que llegan al grado máximo de diferenciación y se forma la membrana.

En las superficies libres parece singularmente favorecida la formación de una capa limitante membranosa por transformación del protoplasma externo, y por esta razón se suele encontrar en esta parte una zona más densa y endurecida. La capa modificada de protoplasma aparece en la superficie reforzada en una zona espesa, que por lo desigual de su condensación puede llegar á presentar una estriación vertical en forma de bastoncillos entre los cuales existen poros (epitelio del intestino delgado, células epidérmicas

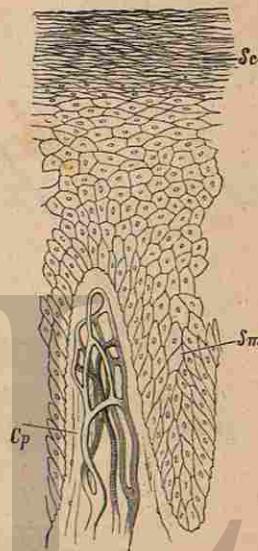


Fig. 22. - Epitelio estratificado de la epidermis de un animal vertebrado de orden superior (representación esquemática). *Sc*, capa córnea; *Sm*, capa de Malpigio; *Cp*, papila vascular del dermis.

de *Petromyzon*) á través de los cuales entran y salen las sustancias.

Formaciones cuticulares. — Si las zonas condensadas y endurecidas de una capa celular confluyen en una capa membranosa continua, que adquiere cierta independencia y se levanta, tendremos *membranas cuticulares*, que, homogéneas ó estratificadas (fig. 23, *a*, *b*, y fig. 24), pueden presentar relieves de diversa forma; por regla

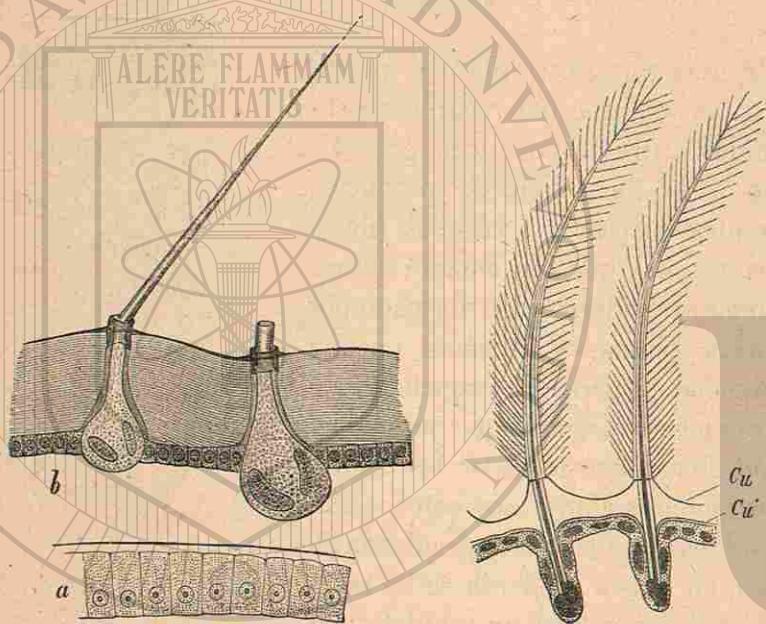


Fig. 23. — Cutícula é hipodermis: *a*, de la larva de *Corethra*; *b*, de una oruga de *Gastropacha*, con dos glándulas venenosas debajo de dos pelos rígidos.

Fig. 24. — *Cu*, cutícula con barbas en estado de cutización; *Cu'*, cutícula de nueva formación (*Branchipus*).

general se forman en la superficie libre, pero se pueden formar también en la base (membrana basal). La capa celular correspondiente á la membrana cuticular, recibe en el primer caso el nombre de matriz ó hipodermis. Frecuentemente queda el recinto correspondiente á cada una de las células marcado en la membrana cuticular en forma de figuras poligonales; y al lado de finísimos conductitos porosos, aparecen otros más gruesos, producidos por prolongaciones de las células. Estos son el tránsito á la aparición de otros apéndices cuticulares, como pelos, aguijones, escamas, etc.,

que se elevan sobre los conductos porosos, y como matriz encierran sus células especiales ó sus apéndices. Las membranas cuticulares pueden adquirir un espesor muy considerable, y un grado de dureza muy marcado (caparazón de chitina de los cangrejos), debido á la sedimentación de sales calcáreas, en términos que pueden representar un tejido esquelético, difícil de distinguir de ciertas formas de tipo conjuntivo. Las membranas cuticulares quedan unas veces íntimamente adaptadas á las células subyacentes de su matriz y otras se desprenden para formar, por ejemplo, los tubos protectores (pólipos hidroides). En el primer caso se desprenden y renuevan en determinadas épocas (muda de los gusanos y artrópodos). La eliminación de sustancias endurecidas no se verifica sólo en las superficies superiores ó basales; en el interior de las células se forman también sustancias endurecibles que pueden aplicarse á formaciones esqueléticas (agujas calcáreas, gránulos silíceos) ó constituyen tubitos cuticulares (glándulas unicelulares de los insectos).

Glándulas. — En contraposición con las formas cuticulares, que son como productos de secreción endurecidos de las células, y quedan unidas al organismo como partes encargadas de prestarle sostén y de determinar su forma, hay otros productos de secreción líquidos, desprovistos de forma, pero de gran importancia en el concepto químico. Estos son las *secreciones* (ó *excreciones* cuando son expulsadas al exterior como materias de eliminación). Para la producción de estas secreciones, el epitelio se convierte en tejido glandular. En su forma más sencilla, la glándula está formada por una sola célula, que da salida á sus productos por la superficie libre de su membrana ó por una abertura especial (fig. 25). A menudo se unen dos células, una de las cuales

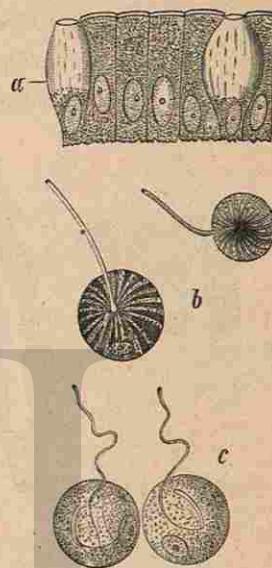


Fig. 25. — Glándulas monocelulares. *a*, células caliciformes del epitelio intestinal de un vertebrado; *b*, glándulas cutáneas unicelulares del *Argulus*, con tubos excretorios largos; *c*, glándulas cutáneas unicelulares de insectos, con tubos excretorios cuticulares.

funciona como glándula y la otra como conducto excretor (*branchipus*). Si entran muchas células en la formación de la glándula, se agrupan alrededor de un espacio central que recibe el producto segregado. La glándula tiene entonces la forma de un saco ó tubo ciego, que, formado por la invaginación del epitelio en la profundidad de los tejidos, así aparece en la superficie exterior del cuerpo como en la superficie intestinal. De esta forma fundamental derivan las glándulas mayores y más complicadas, en forma de expansiones más pronunciadas, regulares ó irregulares. Al paso que la forma de ellas varía considerablemente (glándulas *tubulosas*, *acinosas*), ofrecen el carácter general de la división

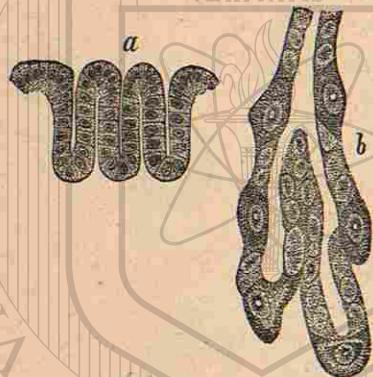


Fig. 26. - Glándulas de pepsina. a, en formación como invaginación del epitelio; b, glándula completa.

del trabajo, mediante la transformación de la porción terminal en conducto excretorio, carácter que se presenta ya en los tubos glandulares y en las mismas glándulas unicelulares (fig. 26). Además del epitelio que reviste la luz de la glándula, toman parte en la formación de la glándula otros tejidos de la substancia conjuntiva que forman la armazón que sostiene las células epitelicas (*tunica propria*), y que existen en mayor abundancia en los puntos por donde

entran en las glándulas los vasos sanguíneos y nervios que sostienen la actividad secretoria. Esta actividad secretoria depende esencialmente de la naturaleza especial del epitelio glandular, y consiste en la secreción de substancias del protoplasma, que se acumulan en la cavidad glandular y salen por la abertura de la glándula. En otros casos la secreción es debida á la disgregación y desprendimiento de las células glandulares, cuya substancia pasa en cierto modo á la producción secretoria. En este caso el epitelio es estratificado y puede comprobarse la regeneración en las capas celulares más profundas.

Células sensitivas. - En los puntos correspondientes á los órganos sensitivos se pueden transformar los epitelios de una manera especial para servir como aparatos terminales perceptivos de

los nervios, y se convierten en *epitelios sensitivos*, cuyas células tienen casi siempre un cuerpo alargado y adelgazado con porciones dilatadas nucleares, y en el extremo libre diferenciaciones cuticulares en forma de pelillos ó bastoncillos. Estas células sensitivas que, ora aisladas y rodeadas de células indiferentes (células de sustentación), ora acumuladas en gran número y sin células adyacentes forman la capa epitélica, están en la base en relación directa con las fibrillas terminales de los nervios sensitivos.

Células libres. - A las células que aparecen aisladamente corresponden las de la sangre, el quilo y la linfa. Tanto la sangre blanca de los invertebrados, como la sangre, con raras excepciones, roja de los animales vertebrados, está compuesta de un líquido rico en albúmina (coagulación, fibrina, suero) y de multitud de glóbulos en él suspendidos. Estos sólo faltan en los protozoos unicelulares y en los metazoos inferiores, en los cuales no se ha podido distinguir hasta ahora sangre propiamente dicha, hallándose reemplazada por un jugo que impregna los tejidos (celenterados, gusanos parenquimatosos). En los demás invertebrados aparecen los glóbulos sanguíneos en forma de células irregulares, frecuentemente fusiformes con movimientos amiboideos. En los vertebrados hallamos en el plasma corpúsculos rojos (descubiertos por Swamerdam en la rana) en número tan considerable y en tan densa aglomeración, que la sangre presenta á la simple vista el aspecto de un líquido rojo homogéneo. Son los glóbulos sanguíneos discos de contorno oval, casi elíptico ó circular (animales mamíferos) (1), nucleados

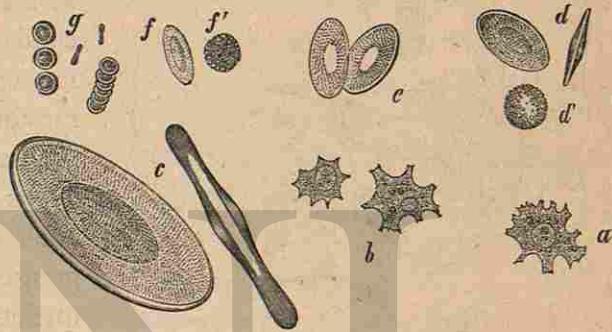


Fig. 27. - Células de la sangre, según Ecker. a, glóbulo blanco del corazón del *Anodonta*; b, de la oruga del *Sphinx*; c, glóbulo rojo del *Proteus*; d, de la culebra lisa; d', célula linfática de la misma; e, glóbulo rojo de la rana; f, de la paloma; f', célula linfática de la misma; g, glóbulo rojo del hombre.

(1) Elípticos en el camello y el llama, entre los mamíferos, y circulares en el *Petromyzon*, entre los peces.

en el primer caso y sin núcleo en el segundo (excepto en el período de desarrollo) (fig. 27). Los glóbulos contienen la materia colorante de la sangre, la *hemoglobina*, que desempeña un gran papel en el cambio de gases en la respiración (absorbe el oxígeno en el aparato respiratorio y lo transporta á los capilares de los órganos); probablemente los glóbulos rojos proceden de los glóbulos blancos

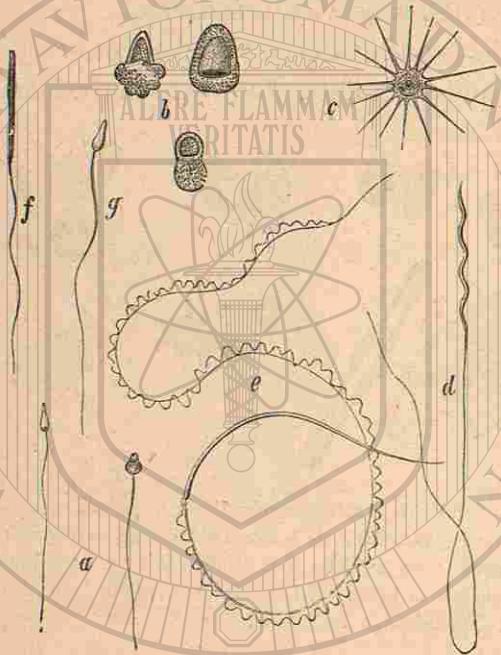


Fig. 28. - Zoospermos. *a*, de medusas; *b*, de ascáride lumbricoide; *c*, de langosta; *d*, de torpedo; *e*, de salamandra (con membrana ondulada); *f*, de rana; *g*, de mono (*Cercopithecus*).

que en la sangre normal se encuentran siempre en muy pequeña cantidad. Los glóbulos blancos de la sangre son verdaderas células de forma en extremo variable y dotadas de movimientos amiboideos (fagocitos, transmigración á los tejidos, neoplasias, etcétera); proceden de los ganglios linfáticos, en los que toman origen como corpúsculos quilo-linfoideos, y llegan á la sangre con la corriente linfática. En los invertebrados sólo existen células blancas amiboideas, que ocupan el lugar de los corpúsculos linfáticos de los vertebrados; pero no es raro que el plasma esté coloreado y en muchos casos contiene hemoglobina y está teñido de color rojo.

También corresponden á las células libres las ovicélulas y los espermatoblastos, que se han desprendido de las capas epitelicas de la pared del ovario y del testículo, así como los zoospermos, producidos por el contenido de los espermatoblastos, dotados de movimientos libres, y cuya forma y dimensiones varían considerablemente. Los zoospermos representan siempre una célula modificada y á menudo una célula flageliforme pequeña y con cabeza

(núcleo y resto de plasma). En muchos casos aparece la cabeza prolongada, filiforme ó arrollada en espiral (pájaros, selacios). Puede desaparecer la cabeza y el zoospermo toma la forma de un cabello (insectos). Hay algunos que tienen forma de sombrero (nematodos) y otros que se prolongan en numerosos apéndices á la manera de células estrelladas (decápodos) (fig. 28).

2. TEJIDOS DE LA SUBSTANCIA CONJUNTIVA

Abraza este grupo un gran número de tejidos distintos, que morfológicamente tienen como carácter común la presencia de una substancia fundamental más ó menos abundante (*substancia intercelular*) alojada entre las células (corpúsculos de tejido conjuntivo), y destinados en su mayor parte á unir y envolver otros tejidos, á servir de sostén y á contribuir á las formaciones esqueléticas. Por regla general se desarrollan á expensas de masas celulares del mesodermo. La substancia intercelular que figura en primera línea respecto de la función del tejido, toma su origen en la secreción de las células, ó en la transformación de la parte periférica del protoplasma, y por lo tanto no es posible distinguirla rigurosamente de la membrana celular y sus diferenciaciones, tal como las observamos en las capas de condensación y en las formaciones cuticulares. Las paredes celulares formadas por el protoplasma pueden contribuir á aumentar la substancia fundamental, confluyendo ó fusionándose con ella. Generalmente se forma por secreción en toda la periferia de la célula, pero en muchos tejidos sólo se separa unilateralmente (dentina), ó se segrega superficialmente una capa líquida que llega á adquirir el carácter de substancia fundamental por efecto de la inmigración de células (tejidos segregados, acalefos, medusas, larvas de equinodermos, capa de los tunicados). Por otra parte estas células (células del mesenquimo) se pueden agrupar de nuevo en forma epitelica (endotelio), en términos que tampoco sea posible establecer una distinción genérica entre el epitelio y el tejido de la substancia conjuntiva.

en el primer caso y sin núcleo en el segundo (excepto en el período de desarrollo) (fig. 27). Los glóbulos contienen la materia colorante de la sangre, la *hemoglobina*, que desempeña un gran papel en el cambio de gases en la respiración (absorbe el oxígeno en el aparato respiratorio y lo transporta á los capilares de los órganos); probablemente los glóbulos rojos proceden de los glóbulos blancos

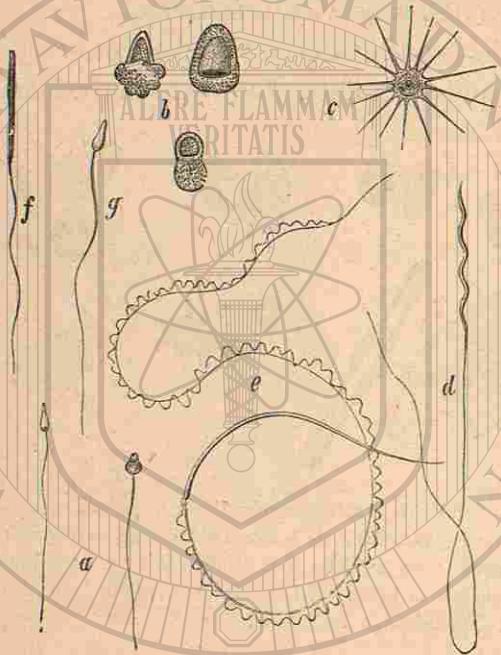


Fig. 28. - Zoospermos. *a*, de medusas; *b*, de ascáride lumbricoide; *c*, de langosta; *d*, de torpedo; *e*, de salamandra (con membrana ondulada); *f*, de rana; *g*, de mono (*Cercopithecus*).

que en la sangre normal se encuentran siempre en muy pequeña cantidad. Los glóbulos blancos de la sangre son verdaderas células de forma en extremo variable y dotadas de movimientos amiboideos (fagocitos, transmigración á los tejidos, neoplasias, etcétera); proceden de los ganglios linfáticos, en los que toman origen como corpúsculos quilo-linfoideos, y llegan á la sangre con la corriente linfática. En los invertebrados sólo existen células blancas amiboideas, que ocupan el lugar de los corpúsculos linfáticos de los vertebrados; pero no es raro que el plasma esté coloreado y en muchos casos contiene hemoglobina y está teñido de color rojo.

También corresponden á las células libres las ovicélulas y los espermatoblastos, que se han desprendido de las capas epitelicas de la pared del ovario y del testículo, así como los zoospermos, producidos por el contenido de los espermatoblastos, dotados de movimientos libres, y cuya forma y dimensiones varían considerablemente. Los zoospermos representan siempre una célula modificada y á menudo una célula flageliforme pequeña y con cabeza

(núcleo y resto de plasma). En muchos casos aparece la cabeza prolongada, filiforme ó arrollada en espiral (pájaros, selacios). Puede desaparecer la cabeza y el zoospermo toma la forma de un cabello (insectos). Hay algunos que tienen forma de sombrero (nematodos) y otros que se prolongan en numerosos apéndices á la manera de células estrelladas (decápodos) (fig. 28).

2. TEJIDOS DE LA SUBSTANCIA CONJUNTIVA

Abraza este grupo un gran número de tejidos distintos, que morfológicamente tienen como carácter común la presencia de una substancia fundamental más ó menos abundante (*substancia intercelular*) alojada entre las células (corpúsculos de tejido conjuntivo), y destinados en su mayor parte á unir y envolver otros tejidos, á servir de sostén y á contribuir á las formaciones esqueléticas. Por regla general se desarrollan á expensas de masas celulares del mesodermo. La substancia intercelular que figura en primera línea respecto de la función del tejido, toma su origen en la secreción de las células, ó en la transformación de la parte periférica del protoplasma, y por lo tanto no es posible distinguirla rigurosamente de la membrana celular y sus diferenciaciones, tal como las observamos en las capas de condensación y en las formaciones cuticulares. Las paredes celulares formadas por el protoplasma pueden contribuir á aumentar la substancia fundamental, confluyendo ó fusionándose con ella. Generalmente se forma por secreción en toda la periferia de la célula, pero en muchos tejidos sólo se separa unilateralmente (dentina), ó se segrega superficialmente una capa líquida que llega á adquirir el carácter de substancia fundamental por efecto de la inmigración de células (tejidos segregados, acalefos, medusas, larvas de equinodermos, capa de los tunicados). Por otra parte estas células (células del mesenquimo) se pueden agrupar de nuevo en forma epitelica (endotelio), en términos que tampoco sea posible establecer una distinción genérica entre el epitelio y el tejido de la substancia conjuntiva.

TEJIDO CONJUNTIVO CELULAR

Ciertas formas de tejido conjuntivo presentan en algunas de sus modificaciones múltiples afinidades con el epitelico y su producto de secreción en forma de sustancia cuticular, y con frecuencia es difícil distinguir con precisión uno de otro.

Si la sustancia fundamental intercelular queda reducida á mínimas proporciones, tendremos el tejido conjuntivo *celular* ó de *grandes vesículas*, que se presenta con especialidad en las medusas, en los moluscos, crustáceos y gusanos, y con menos frecuencia en los vertebrados.

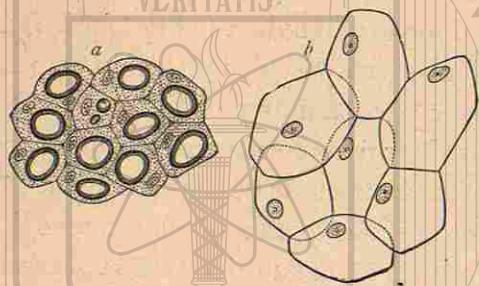


Fig. 29. - a, células cordales de una larva de *Salamandra*; b, tejido conjuntivo de grandes células con esferas de grasa de la *Nebalia*.

Frecuentemente el protoplasma de estas células está más ó menos comprimido por la acumulación de líquidos, como sucede en el tejido de vacuolas de la *chorda dorsalis*, cuyas células hacen el efecto de vesículas apiñadas con núcleos casi siempre adaptados á la pared (fig. 29 a). En otros casos se alojan las acumulaciones de líquidos en una red de cordones finos, quedando imperceptibles los límites de las células (parénquima celular de los platodes). En el interior del protoplasma pueden alojarse esferas de grasa (*Nebalia*), que quedan comprimidas contra la pared (fig. 29 b). Notoriamente se asemeja este estado á la forma embrionaria del tejido conjuntivo, constituida por células embrionarias, indiferentes todavía, densamente apiñadas.

TEJIDO MUCOSO Y GELATINOSO

Se da estos nombres á las formas de sustancia conjuntiva que, además de contener gran cantidad de agua, se caracterizan por su sustancia fundamental hialina y gelatinosa. Las células se condu-

cen de diversas maneras, pero se distinguen en general por una gran movilidad que les permite hacer excursiones en la gelatina intermedia, ejecutan fenómenos amiboideos de cambios de forma y envuelven particulillas sólidas. Con frecuencia destacan apéndices delgados y prolongaciones ramificadas que se anastomosan entre si y forman redes. Algunas partes de la sustancia intermedia se pueden diferenciar en manojos de fibras (gelatina de Warton del cordón umbilical). Encontramos estas formas de tejido en los animales invertebrados, como por ejemplo en los heterópodos y medusas (fig. 30), cuyo

disco gelatinoso, por disminución ó desaparición completa de las células (medusas hidroides, campanas natatorias de los sifonóforos), se reduce á una capa de tejido blanda ó endurecida (membrana de sostén de las pólipos medusas), que por su formación no se distingue de las formaciones cuticulares, que se mantienen líquidas ó gelatinosas. Otro tanto ocurre con los tejidos llamados de secreción de las medusas jóvenes, en los que no emigran células hasta más tarde, con la sustancia gelatinosa de las medusas y con el núcleo gelatinoso de las larvas de equinodermos.

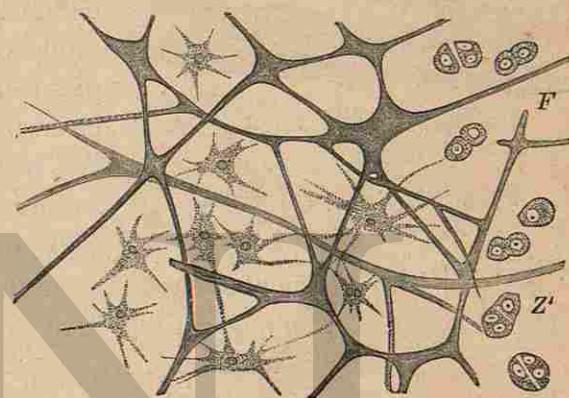


Fig. 30. - Tejido gelatinoso de *Rhizostoma*. F, red fibrosa; Z, células con apéndices; Z', las mismas células en división.

TEJIDO CONJUNTIVO FIBRILAR

Es una forma de sustancia conjuntiva muy esparcida entre los animales vertebrados la llamada *tejido conjuntivo fibrilar* (fig. 31), formada principalmente por células fusiformes ó ramificadas y por una sustancia intermedia compacta que se divide total ó parcialmente en manojos de fibras y tiene la propiedad de hincharse bajo

la acción de los ácidos y los álcalis y de dar gelatina cuando se la somete á la cocción. Entre los manojos de fibras aparecen en muchos puntos lagunas é intersticios en los que se acumula un líquido idéntico á la linfa.

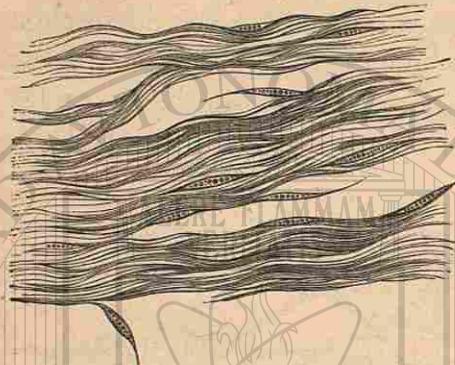
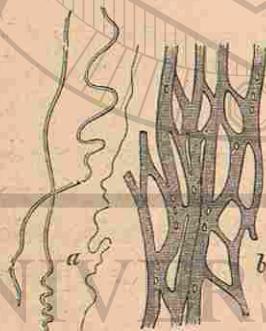


Fig. 31. - Tejido conjuntivo fibrilar.

Estos intersticios del tejido conjuntivo constituyen el principio del sistema linfático, cuyos elementos figurados, ó corpúsculos linfáticos (idénticos á los glóbulos blancos de la sangre), deben derivar de las células de tejido conjuntivo. Si el protoplasma de las células se invierte en su mayor parte ó en totalidad en la formación de fibras, se forma tejido fibroso con núcleos en lugar de las células primitivas. Muy frecuentemente presentan las fibras una forma ondulada y están ordenadas en dirección casi paralela (ligamentos, tendones). En otros casos se cruzan en ángulo en diferentes direcciones (corión), ó presentan un entrelazamiento rectiforme (mesenterio). Según la mayor ó menor densidad de agrupación de las fibras, el tejido conjuntivo tendrá la forma laxa ó apretada, la primera de las cuales está esparcida por todos los órganos, envuelve los elementos de los mismos y acompaña á los vasos sanguíneos, al paso que el tejido conjuntivo denso, de estructura mucho más resistente, sirve para formar los tendones y ligamentos que unen los músculos á los huesos, así como las fascias y aponeurosis.

Fig. 32. - a, fibras elásticas; b, redes.

Al lado de las fibrillas y manojos de fibrillas usuales, que se hinchan bajo la acción de los ácidos y de los álcalis, hay una segunda forma de fibras que resisten á aquellos reactivos. Son éstas las *fibras elásticas*, así llamadas por razón de las cualidades del te-



jido por ellas formado. Estas fibras muestran una tendencia á la ramificación y á la formación de redes fibrosas y tienen con frecuencia una fuerza considerable (ligamento de la nuca, ligamentos amarillos, paredes arteriales). Pueden ensancharse y unirse en membranas y placas agujereadas (membranas perforadas) (fig. 32).

Las células del tejido experimentan con frecuencia modificaciones debidas á la sedimentación de pigmentos y glóbulos de grasa en su protoplasma. En el primer caso pueden formarse membranas de tinte pardo y hasta negro, producido por la copiosa acumulación de gránulos de pigmento, casi siempre pardo, en el contenido de

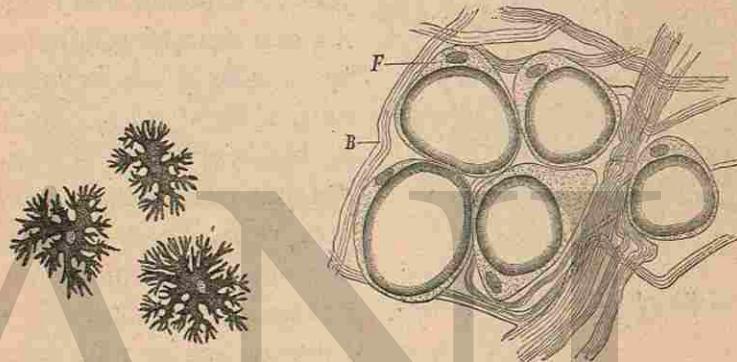


Fig. 33. - Células pigmentadas de la piel de *Cobitis barbatula*.

Fig. 34. -- Tejido adiposo, según Ranvier. F, células de grasa; B, fibrillas de tejido conjuntivo.

las células ramificadas (fig. 33); en el segundo se convierte el tejido conjuntivo en *tejido adiposo*, que en relación con la abundancia de la nutrición se desarrolla con especialidad alrededor de los vasos (figura 34).

TEJIDO RETICULAR Ó ADENOIDEO

Se da este nombre á una forma de tejido conjuntivo compuesto por redes de fibras finas en vez de haces de fibrillas y por núcleos, que rodeados de escasos residuos de protoplasma, ocupan los puntos de cruzamiento de la red (fig. 35). Representan en este tejido un papel importante las lagunas é intersticios que contienen células indiferentes, algunas en estado de división, y están bañados por

linfa. Esta forma de tejido conjuntivo, *adenoideo* ó *citógeno*, está en íntima relación con el sistema linfático, y en particular con los ganglios linfáticos, en el seno de los cuales toman origen las células linfoides, descendientes de las células de tejido conjuntivo que han quedado en libertad (células emigrantes).

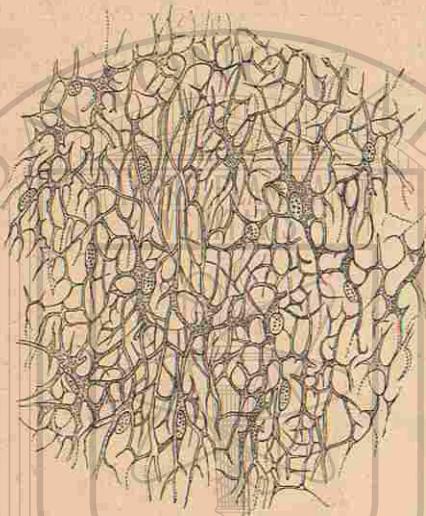


Fig. 35. - Tejado adenoideo, según Gegenbaur.

El *cartílago* es otra forma de tejido de la substancia conjuntiva, caracterizada por la forma casi siempre redondeada de sus células y por la substancia unitiva resistente, y que contiene *condrina* (1), á la que debe el tejido su rigidez. El cartílago está revestido en su periferia por una membrana conjuntiva ricamente vascularizada, el *pericondrio*. Si es muy escasa la proporción de substancia intercelular, el tejido constituye un término de transición al tejido conjuntivo celular. Según sus caracteres especiales el cartílago reviste las formas que se conocen con los nombres de *cartílago hialino*, *fibrocartílago* y *cartílago reticulado*, este último con redes de fibras elásticas. Hay otras formas intermedias entre el cartílago y el tejido conjuntivo fibrilar, en las que las células de cartílago están rodeadas de manojos de fibrillas conjuntivas (cartílago conjuntival).

Las células están alojadas en cavidades, casi siempre redondas, de la substancia intercelular, de la cual se desprenden porciones á manera de cápsulas de espesor variable, que rodean á las células. Estas cápsulas de cartílago eran consideradas antiguamente como membranas análogas á las cápsulas de celulosa de las células vege-

(1) La substancia gelatiniforme producida por la cocción del cartílago y á la que se ha dado el nombre de *condrina*, es probablemente una mezcla formada de gelatina y mucosa.

CARTÍLAGO

tales, opinión que resulta fundada si se considera el modo de formación de las cápsulas por simple separación del protoplasma. Las cápsulas están además en íntima relación con la substancia intercelular, formada de antemano por igual procedimiento y reforzada por el adosamiento de las cápsulas. En cartílagos jóvenes parece reducida la substancia intercelular á los tabiques de separación de las células, formados por la reunión de las paredes capsulares; más tarde aumenta su cantidad por la formación de nuevas capas desprendidas del protoplasma de las células y se fusionan con la substancia intercelular preexistente. Segregándose nuevas células de los productos de división de las células, se forman sistemas de cáp-

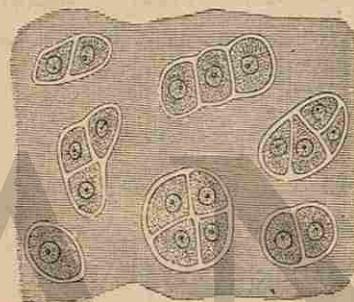


Fig. 36. - Cartílago hialino.

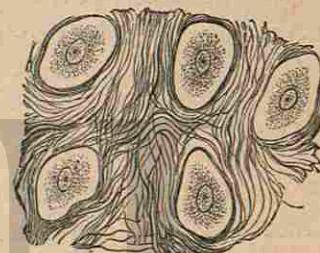


Fig. 37. - Fibro cartílago.

ulas de cartílagos encajonados unos dentro de otros, que se mantienen deslindados durante algún tiempo, pero lentamente se van fundiendo en la masa fundamental. El crecimiento del cartílago es, por tanto, principalmente intersticial (figs. 36 y 37). Hay también cartílagos con células fusiformes, que á veces se irradian en numerosos apéndices. Tales formas, frecuentes en el cartílago de animales inferiores, no existen aisladamente, y recientes investigaciones han demostrado que la substancia intercelular no es homogénea más que en apariencia, hasta en el cartílago hialino, y más bien está entrecruzada por prolongaciones finas de las células de cartílago, que establecen una relación de continuidad entre las células del tejido cartilaginoso. El tejido fundamental adquiere mayor dureza y resistencia cuando en él se depositan fragmentos de cal más ó menos finos y en acumulación más ó menos copiosa, que llegan

á formar un entramado; de este modo se forma el llamado *cartilago de incrustación* ú *ósteo-cartilago*, que forma en el *squalus* un estado persistente del esqueleto, y en los vertebrados superiores un período transitorio que precede á la osificación (fig. 38, *a, b*). Por la rigidez del cartilago se comprende que puede servir de tejido de sustentación para la formación del esqueleto, como se ve pocas veces entre los invertebrados (cefalópodos, *sabella*), muy generalmente en los vertebrados, cuyo esqueleto siempre tiene partes cartilaginosas, y mucho en los peces, en los que forman exclusivamente el esqueleto en muchas especies (peces cartilaginosos).

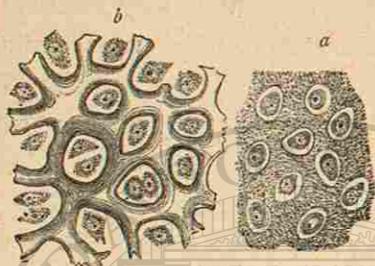


Fig. 38. - Cartilago de osificación ó de incrustación.

Mayor grado aún de rigidez presenta el tejido *óseo*, cuya sustancia intercelular se convierte en una masa dura por efecto de la

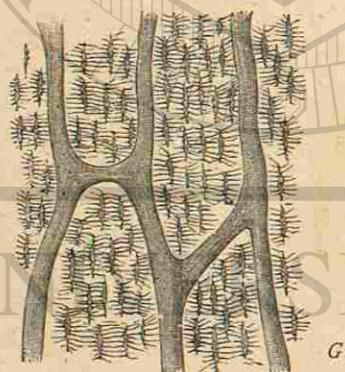


Fig. 39. - Corte longitudinal de un hueso largo, según Koelliker. *G*, conductos vasculares.

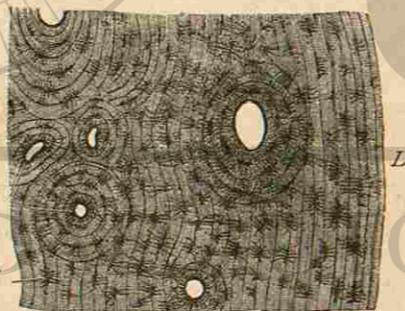


Fig. 40. - Corte transversal de un hueso largo, según Koelliker. *K*, corpúsculos óseos; *G*, conductitos vasculares; *L*, sistema de laminillas.

adición de carbonato y fosfato de cal, al paso que las células (llamadas corpúsculos óseos) se anastomosan entre sí por múltiples prolongaciones (figs. 39, 40 y 41). Las células rellenan natural-

mente las cavidades correspondientes de la sustancia fundamental dura, que se halla surcada además por numerosos conductos de calibre variado. Estos conductos dan paso á los vasos nutricios, cuyo curso y ramificación reproducen exactamente, y están en relación con una estratificación y formación de laminillas regularmente concéntricas de la sustancia fundamental, que no es homogénea más que en apariencia, y en realidad tiene una estructura finamente fibrilar. Los conductillos empiezan en la superficie del hueso, revestida por un periostio ricamente dotado de vasos y nervios, y desembocan en grandes espacios (espacios medulares), que en los huesos largos ocupan el eje del hueso y en los esponjosos están repartidos desigualmente.

En una segunda forma de tejido óseo hay numerosas fibras ramificadas, muy largas y paralelamente dirigidas, encerradas en la sustancia dura intermedia, que queda surcada por un gran número de tubillos finos y unidos por apéndices laterales. En lugar de células óseas aparecen fibras que corresponden á prolongaciones enormemente alargadas de las células formativas (*odontoblastos*) ó á residuos de ellas. Este tejido duro, surcado por tubillos finos y paralelos, se encuentra en los huesos de los teleósteos y sirve generalmente en forma de *dentina* como masa fundamental de los dientes (fig. 42). El esmalte que reviste la corona dentaria está formado por prismas de esmalte situados perpendicularmente á la dentina, y como producto del órgano del esmalte procede de las células cilíndricas del mismo, calcificadas. El cemento que envuelve la raíz, y en los dientes que forman pliegue de esmalte se ingiere en las sinuosidades de la corona dentaria y empasta diferentes núcleos dentarios para la formación de un diente compuesto, es tejido conjuntivo del periostio alveolar.

Respecto á su génesis, la formación del hueso viene preparada por tejido conjuntivo blando, ó por cartilago. En el primer caso se desarrolla por transformación de las células de tejido conjuntivo y

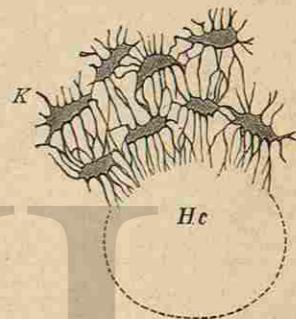


Fig. 41. - *K*, cavidades de los corpúsculos óseos con sus prolongaciones, que desembocan en el conducto *Hc* (de Havers), según Koelliker.

por consolidación de la substancia intermedia. Es más frecuente la preformación por cartílago, que se realiza en una gran parte del esqueleto de los vertebrados. Antiguamente se concedía gran importancia á estas diferencias de origen, y se admitía una osificación primaria y otra secundaria; pero en realidad ambas son idénticas,

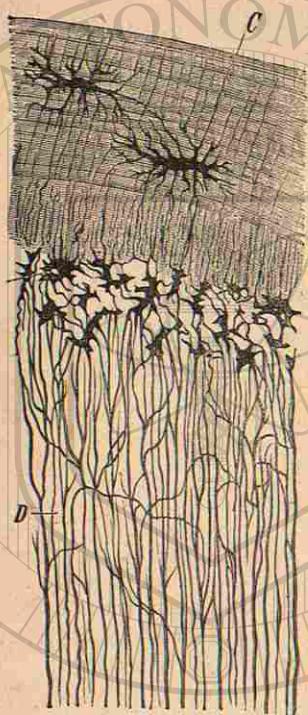


Fig. 42 - Corte de un trozo de raíz de diente, según Koelliker. C, cemento; f, espacio interglobular; D, dentina con tubillos dentarios.

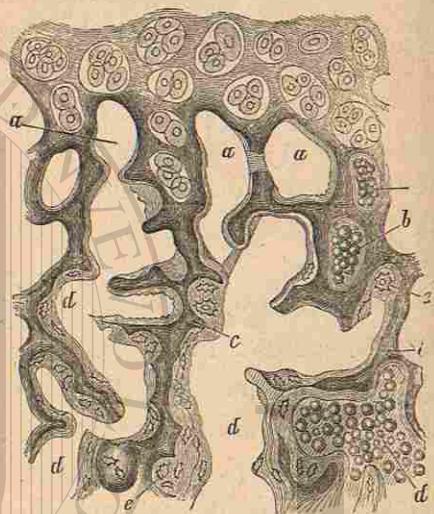


Fig. 43. - Corte de cartilago osificante, según Frey. a, pequeños espacios medulares en el tejido cartilaginoso; b, los mismos con células de la médula del cartilago; c, resto de cartilago calcificado; d, espacios medulares mayores; e, osteoblastos.

pues que en el último caso, en combinación con la previa incrustación calcárea y la destrucción parcial ó fusión del cartilago desde la medula, sobreviene una neoformación de tejido conjuntivo blando (substancia osteógena), cuyas células (osteoblastos) se transforman en corpúsculos óseos, al paso que la substancia intermedia se convierte en substancia fundamental (fig. 43). Añádase á esto que los huesos de preformación cartilaginosa tienen un vasto crecimiento del periostio, en el cual el tejido conjuntivo se convierte directamente en substancia ósea. El cartilago puede también osificarse directamente, mediante la transformación de sus células en corpúsculos óseos y la osificación de su substancia fundamental.

3. TEJIDO MUSCULAR

En el protoplasma de la célula activa observamos la propiedad de la contractilidad en todas direcciones. En el interior de la substancia protoplasmática del cuerpo de los protozoos se hace visible una disposición estriada de partículas que permite un grado superior de poder de contracción, limitado á la dirección de las estriás (estriás musculares de los infusorios). Mediante análogas diferenciaciones en el protoplasma, forman ciertas células y complejos celulares en los metazoos el poder de contracción en grado más completo, en una dirección, y producen el tejido muscular exclusivamente destinado al movimiento.

En el momento de entrar en actividad, estas células se contraen en la dirección correspondiente á su dimensión longitudinal y á la estriación longitudinal de su contenido, y cambian las proporciones que en estado de reposo guardan sus dimensiones longitudinal y transversal, en términos que acortan la primera al propio tiempo que se ensanchan.

En las fases rudimentarias sólo una pequeña parte del cuerpo de la célula toma la forma de fibra contráctil. En los *pólipos hidroides* y en las *medusas* sólo se transforman en fibras musculares finas ó en redes fibrosas las porciones profundas de protoplasma de las células neoformativas (mioblastos) (1), al paso que los cuerpos de las células productoras de aquéllas, desempeñan otras funciones y por lo general conservan aún pestañas vibrátiles. En atención á la disposición epiteliode de los mioblastos, se da al conjunto de ellos el nombre de epitelio muscular (fig. 44, a, b). En un grado más avanzado de desarrollo se convierte en substancia muscular contráctil la mayor parte del plasma celular, y á veces toda la célula se alarga en forma de fibra. Entonces los músculos, avanzando de la superficie á las partes profundas y protegidas por partes de tejido conjuntivo, forman capas independientes, pero pueden tener también su origen en células mesodérmicas, así como en las llamadas

(1) Se las ha llamado erróneamente células neuromusculares, por más que no está demostrada una relación entre ellas y la formación de las células gangliónicas. No quiere decir que el mioblasto no esté dotado de irritabilidad.

por consolidación de la substancia intermedia. Es más frecuente la preformación por cartílago, que se realiza en una gran parte del esqueleto de los vertebrados. Antiguamente se concedía gran importancia á estas diferencias de origen, y se admitía una osificación primaria y otra secundaria; pero en realidad ambas son idénticas,

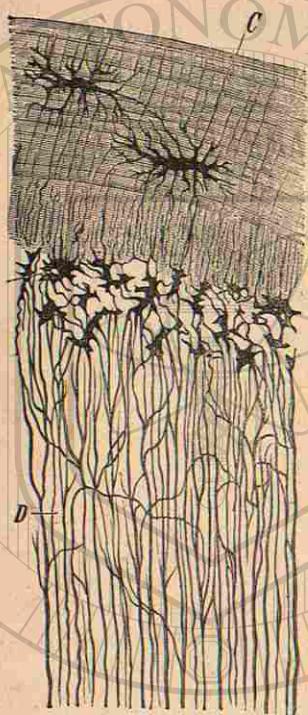


Fig. 42 - Corte de un trozo de raíz de diente, según Koelliker. C, cemento; f, espacio interglobular; D, dentina con tubillos dentarios.

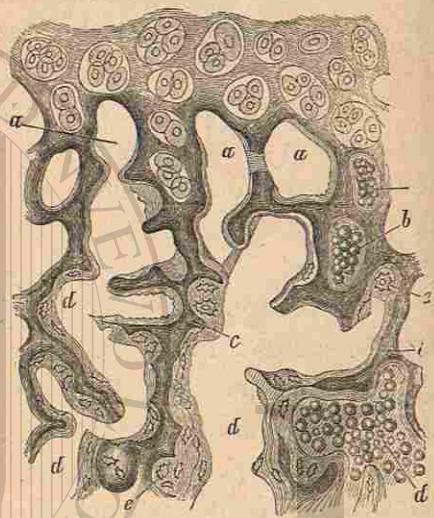


Fig. 43. - Corte de cartilago osificante, según Frey. a, pequeños espacios medulares en el tejido cartilaginoso; b, los mismos con células de la médula del cartilago; c, resto de cartilago calcificado; d, espacios medulares mayores; e, osteoblastos.

pues que en el último caso, en combinación con la previa incrustación calcárea y la destrucción parcial ó fusión del cartilago desde la medula, sobreviene una neoformación de tejido conjuntivo blando (substancia osteógena), cuyas células (osteoblastos) se transforman en corpúsculos óseos, al paso que la substancia intermedia se convierte en substancia fundamental (fig. 43). Añádase á esto que los huesos de preformación cartilaginosa tienen un vasto crecimiento del periostio, en el cual el tejido conjuntivo se convierte directamente en substancia ósea. El cartilago puede también osificarse directamente, mediante la transformación de sus células en corpúsculos óseos y la osificación de su substancia fundamental.

3. TEJIDO MUSCULAR

En el protoplasma de la célula activa observamos la propiedad de la contractilidad en todas direcciones. En el interior de la substancia protoplasmática del cuerpo de los protozoos se hace visible una disposición estriada de partículas que permite un grado superior de poder de contracción, limitado á la dirección de las estriás (estriás musculares de los infusorios). Mediante análogas diferenciaciones en el protoplasma, forman ciertas células y complejos celulares en los metazoos el poder de contracción en grado más completo, en una dirección, y producen el tejido muscular exclusivamente destinado al movimiento.

En el momento de entrar en actividad, estas células se contraen en la dirección correspondiente á su dimensión longitudinal y á la estriación longitudinal de su contenido, y cambian las proporciones que en estado de reposo guardan sus dimensiones longitudinal y transversal, en términos que acortan la primera al propio tiempo que se ensanchan.

En las fases rudimentarias sólo una pequeña parte del cuerpo de la célula toma la forma de fibra contráctil. En los *pólipos hidroides* y en las *medusas* sólo se transforman en fibras musculares finas ó en redes fibrosas las porciones profundas de protoplasma de las células neoformativas (mioblastos) (1), al paso que los cuerpos de las células productoras de aquéllas, desempeñan otras funciones y por lo general conservan aún pestañas vibrátiles. En atención á la disposición epiteliode de los mioblastos, se da al conjunto de ellos el nombre de epitelió muscular (fig. 44, a, b). En un grado más avanzado de desarrollo se convierte en substancia muscular contráctil la mayor parte del plasma celular, y á veces toda la célula se alarga en forma de fibra. Entonces los músculos, avanzando de la superficie á las partes profundas y protegidas por partes de tejido conjuntivo, forman capas independientes, pero pueden tener también su origen en células mesodérmicas, así como en las llamadas

(1) Se las ha llamado erróneamente células neuromusculares, por más que no está demostrada una relación entre ellas y la formación de las células gangliónicas. No quiere decir que el mioblasto no esté dotado de irritabilidad.

células del mesenquimo. Se distinguen dos formas de músculos morfológica y fisiológicamente distintas, á saber: *músculos lisos* ó fibrocelulares contráctiles y *substancia muscular estriada transversalmente*.



Fig. 44 a. - Mioblastos de una medusa (*Aurelia*).

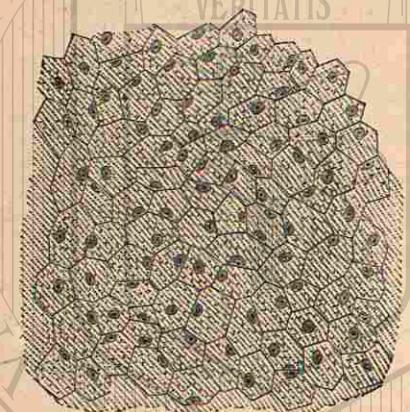


Fig. 44 b. - Epitelio muscular de una medusa (*Aurelia*).

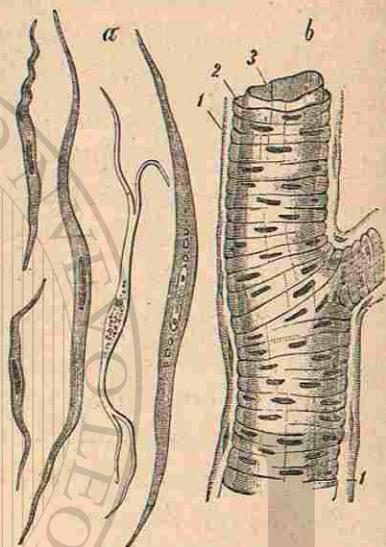


Fig. 45. - a, fibra muscular lisa, dentada; b, fragmento de una arteria, según Frey; 1, capa conjuntival externa; 2, capa media formada por fibras musculares lisas; 3, capa interna desprovista de núcleos.

MÚSCULOS LISOS

En esta forma son células fusiformes, aplanadas ó en forma de cinta, ó capas de estas células, las que, bajo la influencia de la excitación determinada generalmente por un nervio, reaccionan con lentitud, entran pausadamente en contracción y en ella persisten durante algún tiempo. La substancia contráctil aparece casi siempre homogénea, pero en algún caso está estriada longitudinalmente. Los músculos lisos están muy generalizados en la serie de los animales invertebrados, pero intervienen también en los vertebrados en la formación de las paredes de muchos órganos (vasos, conductos excretores de las glándulas, paredes intestinales) (fig. 45).

MÚSCULOS ESTRIADOS TRANSVERSALMENTE

El músculo estriado transversalmente está constituido por células y más frecuentemente por hacecillos primitivos multinucleares (fibras musculares), y se caracteriza por la transformación del protoplasma, ó de una parte de él, en una substancia estriada trans-

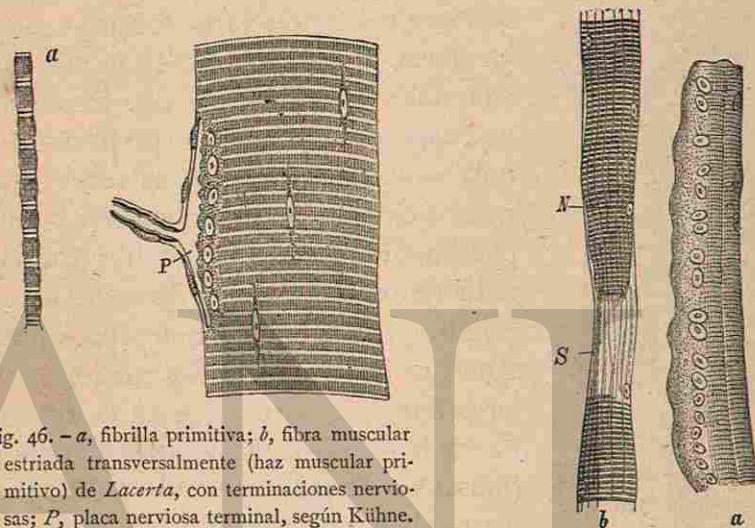


Fig. 46. - a, fibrilla primitiva; b, fibra muscular estriada transversalmente (haz muscular primitivo) de *Lacerta*, con terminaciones nerviosas; P, placa nerviosa terminal, según Kühne.

Fig. 47. - a, fibras musculares de la rana, en evolución; b, fibra muscular estriada, con el sarcolemma vacío; S-N, núcleo (según Frey).

versalmente, con elementos especiales que presentan la doble refracción (*sarcous elements*) y con una substancia intermedia que une los elementos antedichos y tiene siempre refracción simple (fig. 46, a, b). Fisiológicamente se caracteriza el músculo estriado por una contracción energética y considerable que sobreviene en el momento de obrar la excitación, condición que hace á este tejido muscular apto para ejecutar movimientos energicos (musculatura del esqueleto de los vertebrados).

En el caso más sencillo se forman las fibrillas estriadas transversalmente en la profundidad de los mioblastos, que forman una superficie continua de epitelio (epitelio muscular) sobre la capa de fibras finas (medusas y sifonóforos). En los animales superiores se

producen por transformación de mayor cantidad de protoplasma é interesan casi todo el contenido de la célula. Rara vez son las células uninucleadas, constituyendo todo el músculo con una sola célula (músculos de los ojos de las *daphnias*). Casi siempre se transforman las células en fibras musculares alargadas, *hacecillos primitivos*, multiplicándose los núcleos, y en la periferia de los hacecillos se forma por diferenciación una membrana, el *sarcolema* (fig. 47);



Fig. 48. - Fibras musculares del corazón en forma de red (según Frey).

otras veces se forman los hacecillos primitivos por fusión de varias células colocadas en línea. Casi siempre están los núcleos adaptados al sarcolema, con frecuencia en una capa protoplasmática periférica de granulaciones finas, y más raras veces están alineados en el eje del tubo entre porciones de plasma granulosas que se han conservado indiferentes. La reunión de varios hacecillos primitivos y su envolvimiento en una sustancia conjuntiva forma los manojos musculares finos y gruesos, que en la disposición de sus fibras siguen la del hacecillo primitivo (músculos de los vertebrados). Puede suceder también que se ramifiquen, tanto las células simples como los músculos multinucleares que de ellas proceden (fig. 48, corazón de los vertebrados, músculos intestinales de los artrópodos, etc).

4. TEJIDO NERVIOSO

Al mismo tiempo que la musculatura aparece el tejido nervioso, que da impulso á aquélla, pero que en primer término es el asiento de la sensibilidad y de la voluntad. Teniendo en cuenta que es ésta la función capital del sistema nervioso, parece probable que los elementos nerviosos no se desarrollen en relación con los músculos sino más bien con las células sensitivas, que se diferencian en el ectodermo, y luego penetran á mayor profundidad unidas á aquéllos por medio de prolongaciones, al paso que no se unen de una manera secundaria con los músculos que poseían su irritabilidad propia.

El tejido nervioso contiene dos clases distintas de elementos formativos, las células nerviosas ó *células gangliónicas* y las *fibras nerviosas*, cada una de las cuales tiene su estructura, su agrupación molecular y su constitución química particular. Los manojos de fibras nerviosas que marchan paralelamente, unidos por tejido conjuntivo, se llaman *nervios*, y los formados por células gangliónicas, *ganglios*.

CÉLULAS GANGLIÓNICAS

Son considerados como focos de la excitación nerviosa y se encuentran preferentemente en los órganos centrales, que se conocen con los nombres de cerebro, medula espinal ó impropriamente *ganglios*. El cuerpo de la célula tiene una estructura finalmente granulada y á veces fibrilar, un núcleo grande con corpúsculos nucleares y se prolongan en uno ó más apéndices (células gangliónicas unipolares, bipolares y multipolares), uno de los cuales se convierte en raíz de una fibra nerviosa (fig. 49. *a*, *b*). Las células gangliónicas, especialmente la de los ganglios periféricos, están alojadas en vainas de tejido conjuntivo que se prolongan sobre su prolongación y sobre las fibras nerviosas (vaina de Schwann, *neuriema*), pero que se encuentran varias envueltas en una misma cubierta conjuntiva.

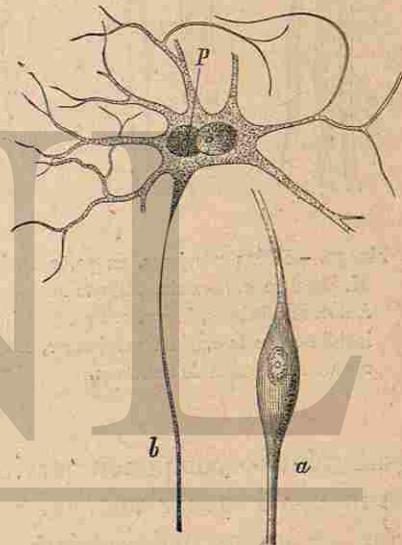


Fig. 49. - *a*, célula gangliónica bipolar; *b*, célula nerviosa multipolar de la medula espinal del hombre (asta anterior), según Gerlach; *P*, pelotón de pigmento.

NERVIOS

Las fibras nerviosas conducen en dirección centrífuga la excitación provocada en la célula, esto es, la transportan desde los ór-

rganos centrales á los órganos periféricos (nervios motores y glandulares) ó inversamente la transmiten desde la periferia del cuerpo al centro (fibras sensitivas). Empiezan las fibras nerviosas como prolongaciones de las células gangliónicas y como ellas están frecuentemente envueltas en cubiertas multinucleares. Reunidas en

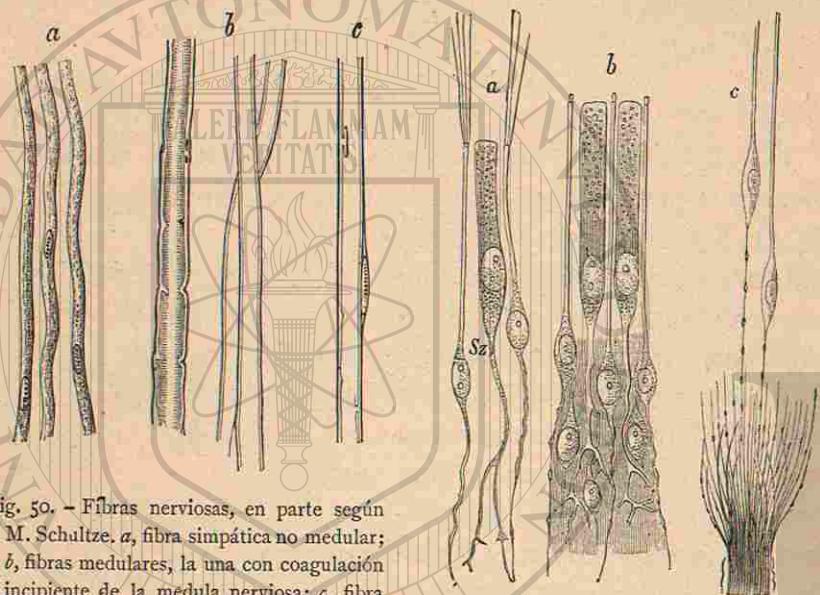


Fig. 50. - Fibras nerviosas, en parte según M. Schultze. *a*, fibra simpática no medular; *b*, fibras medulares, la una con coagulación incipiente de la médula nerviosa; *c*, fibra medular con vaina de Schwann.

gran número componen nervios de mayor ó menor tamaño. Según la manera como está íntimamente dispuesta la substancia nerviosa, tenemos que distinguir dos formas de substancia nerviosa, las medulares ó de doble contorno, y las no medulares ó cilindro-ejes desnudos (fig. 50, *a*, *b*, *c*). Las primeras se distinguen en que á la muerte del nervio, á consecuencia de un proceso de coagulación, aparece una substancia grasa muy refringente, que como capa periférica y á manera de vaina medular envuelve la fibra central llamada cilindro-eje. Aquella vaina se pierde á la inmediación de la célula gangliónica, en cuyo protoplasma entra exclusivamente la substancia del cilindro-eje. En la segunda forma, ó fibras nerviosas

Fig. 51. - Células sensitivas en forma de bastoncillos de la región olfatoria, según M. Schultze. *a*, de la rana; *Sz*, célula de sostén entre dos células de bastoncillo con apéndices ciliares; *b*, de hombre; *c*, de sollo; conexión probable de las fibrillas nerviosas con las células sensitivas.

desprovistas de médula, falta la vaina medular y encontramos no más que un cilindro-eje desnudo, ó rodeado de una envoltura conjuntival que tiene con la célula gangliónica las mismas conexiones (simpático, nervios del ciclostoma, invertebrados). No pocas veces encontramos, sin embargo, los cilindros-ejes, que de igual manera que los nervios de mielina se dividen en su curso, y se pueden ramificar en ramitas cada vez más finas, hasta reducirse á fibrillas finísimas y descomponerse en cierto modo en sus elementos. Finalmente aparecen muy frecuentemente los nervios de los animales invertebrados en forma de conjuntos de fibrillas, en los cuales por falta de la vaina nerviosa es imposible reconocer si son cilindro-ejes ó fibras nerviosas. Las diferenciaciones periféricas que aparecen en la terminación de los nervios de los sentidos se revelan por transformación de las células nerviosas en su unión con las células epitelicas (células sensoriales) y con las secreciones cuticulares de las mismas. De tal suerte aparecen muy generalmente los aparatos terminales constituidos por células epitelicas modificadas (*células sensitivas*), bajo los cuales se interpola alguna célula gangliónica en el trayecto de los nervios (fig. 51, *a*, *b*, *c*).

CRECIMIENTO Y ORGANIZACIÓN PROGRESIVA.—DIVISIÓN DEL TRABAJO Y PERFECCIONAMIENTO

Los tejidos son conjuntos celulares que se han formado con descendencias de la ovicélula. Iguales en su origen, se diferencian más tarde, y toman á su cargo un trabajo especial que determina la función del órgano. La organización consiste, por lo tanto, en la divergencia progresiva de forma y de trabajo á ella correspondiente, de las generaciones de células procedentes unas de otras, que marchan paralelamente al crecimiento y aumento de dimensiones del cuerpo.

En los organismos más rudimentarios no hay tejidos celulares ni órganos compuestos de ellos. El organismo entero se reduce al contenido de una sola célula; su substrato corporal es protoplasma; su piel, la membrana celular, frecuentemente hasta sin abertura para la introducción de substancias sólidas y reducida exclusivamente á la nutrición endosmótica. En tales seres, como, por ejemplo, los

rganos centrales á los órganos periféricos (nervios motores y glandulares) ó inversamente la transmiten desde la periferia del cuerpo al centro (fibras sensitivas). Empiezan las fibras nerviosas como prolongaciones de las células gangliónicas y como ellas están frecuentemente envueltas en cubiertas multinucleares. Reunidas en

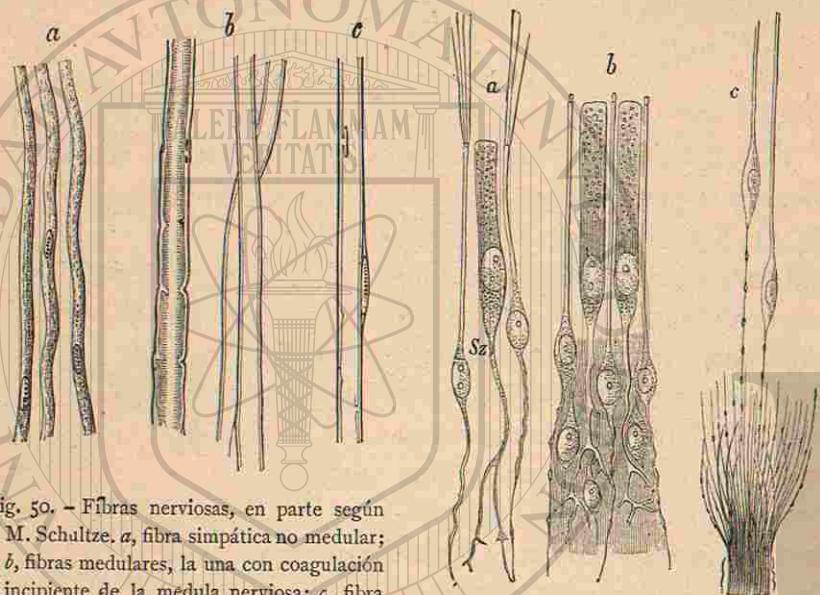


Fig. 50. - Fibras nerviosas, en parte según M. Schultze. *a*, fibra simpática no medular; *b*, fibras medulares, la una con coagulación incipiente de la médula nerviosa; *c*, fibra medular con vaina de Schwann.

gran número componen nervios de mayor ó menor tamaño. Según la manera como está íntimamente dispuesta la substancia nerviosa, tenemos que distinguir dos formas de substancia nerviosa, las medulares ó de doble contorno, y las no medulares ó cilindro-ejes desnudos (fig. 50, *a*, *b*, *c*). Las primeras se distinguen en que á la muerte del nervio, á consecuencia de un proceso de coagulación, aparece una substancia grasa muy refringente, que como capa periférica y á manera de vaina medular envuelve la fibra central llamada cilindro-eje. Aquella vaina se pierde á la inmediación de la célula gangliónica, en cuyo protoplasma entra exclusivamente la substancia del cilindro-eje. En la segunda forma, ó fibras nerviosas

Fig. 51. - Células sensitivas en forma de bastoncillos de la región olfatoria, según M. Schultze. *a*, de la rana; *Sz*, célula de sostén entre dos células de bastoncillo con apéndices ciliares; *b*, de hombre; *c*, de sollo; conexión probable de las fibrillas nerviosas con las células sensitivas.

desprovistas de médula, falta la vaina medular y encontramos no más que un cilindro-eje desnudo, ó rodeado de una envoltura conjuntival que tiene con la célula gangliónica las mismas conexiones (simpático, nervios del ciclostoma, invertebrados). No pocas veces encontramos, sin embargo, los cilindros-ejes, que de igual manera que los nervios de mielina se dividen en su curso, y se pueden ramificar en ramitas cada vez más finas, hasta reducirse á fibrillas finísimas y descomponerse en cierto modo en sus elementos. Finalmente aparecen muy frecuentemente los nervios de los animales invertebrados en forma de conjuntos de fibrillas, en los cuales por falta de la vaina nerviosa es imposible reconocer si son cilindro-ejes ó fibras nerviosas. Las diferenciaciones periféricas que aparecen en la terminación de los nervios de los sentidos se revelan por transformación de las células nerviosas en su unión con las células epitelicas (células sensoriales) y con las secreciones cuticulares de las mismas. De tal suerte aparecen muy generalmente los aparatos terminales constituidos por células epitelicas modificadas (*células sensitivas*), bajo los cuales se interpola alguna célula gangliónica en el trayecto de los nervios (fig. 51, *a*, *b*, *c*).

CRECIMIENTO Y ORGANIZACIÓN PROGRESIVA.—DIVISIÓN DEL TRABAJO Y PERFECCIONAMIENTO

Los tejidos son conjuntos celulares que se han formado con descendencias de la ovícula. Iguales en su origen, se diferencian más tarde, y toman á su cargo un trabajo especial que determina la función del órgano. La organización consiste, por lo tanto, en la divergencia progresiva de forma y de trabajo á ella correspondiente, de las generaciones de células procedentes unas de otras, que marchan paralelamente al crecimiento y aumento de dimensiones del cuerpo.

En los organismos más rudimentarios no hay tejidos celulares ni órganos compuestos de ellos. El organismo entero se reduce al contenido de una sola célula; su substrato corporal es protoplasma; su piel, la membrana celular, frecuentemente hasta sin abertura para la introducción de substancias sólidas y reducida exclusivamente á la nutrición endosmótica. En tales seres, como, por ejemplo, los

gregarinos y los opalinos parásitos, basta la superficie exterior del cuerpo, á la manera de la membrana de la célula, para absorber las substancias nutritivas y expulsar los productos excrementicios, ó sea para la ejecución de las funciones vegetativas. El protoplasma (sarcoda) hace las funciones de parenquima del cuerpo, y en él se realizan las actividades animales y vegetativas de la vida.

De tales circunstancias se deduce una relación determinada entre las funciones de la superficie y las de la masa envuelta en ella, y en cuyas partes se efectúan los procesos de las vidas vegetativa y animal. Esta relación presupone una proporción determinada de magnitud entre la superficie y la masa, proporción que varía con el crecimiento progresivo, y como el aumento de la masa se hace en razón del cubo y el de la superficie sólo en razón del cuadrado, con el crecimiento varía la proporción con detrimento de la superficie, ó lo que es lo mismo, al aumentar el tamaño quedará relativamente pequeña la superficie. En definitiva, no bastará para sostener los procesos vegetativos, y si la vida ha de subsistir han de aumentarse necesariamente las energías vitales. No es esto solamente aplicable á los organismos unicelulares, que se nutren como la célula, sino también á la célula misma, que tiene un tamaño fijo dentro de ciertos límites. El organismo, por lo tanto, ó tiene que morir, ó necesita restablecer por otro camino las proporciones perdidas, y esto sólo es dable por la división.

Las células hijas, que continúan la vida de la célula madre, pueden quedar unidas, agruparse en series simples ó ramificadas, ó en superficies (*gonium*), ó en la superficie de una esfera (*volvox*), y segregar substancias que mantengan su unión. Se reúnen en un conjunto celular que por la suma de trabajo de las unidades ha adquirido mayor energía vital (colonias de protistos) y en el cual todos los elementos ejecutan esencialmente el mismo trabajo. Para la uniformidad de la conformación parece singularmente favorable la agrupación de los productos parciales en la *superficie de una esfera*, que es á la vez la más favorable para sostener la regularidad del movimiento de progresión (fig. 52). Los elementos conservan sus pestañas que salen todas al exterior y dan á todo el cuerpo un movimiento de rotación (*volvox*, colonias de monadas, magoesfera). Así se forma la vejiga germinal ó *blástula*, como forma definitiva

del cuerpo de los metazoos (fig. 53). Pero esta conformación tiene límites determinados de tamaño; la superficie exterior, que provee á la nutrición, no es suficiente, y su aumento sólo puede lograrse continuando la multiplicación celular, mediante la producción de excrecencias ó por la formación de una superficie interna.

Esta serie de observaciones no conducen sólo á demostrar la necesidad de que la organización se complique á medida que avanza el aumento de tamaño; en ellas va implícito además el carácter esencial de la organización animal. Las numerosas células que, procedentes del contenido del organismo primitivamente simple, y semejantes entre sí al principio, se vieron obligadas á tomar una posición periférica (colonias de protozoos, *volvox*, vejiga germinal ó *blástula*), á medida que lo exigen las necesidades del crecimiento orgánico se han de dividir en dos capas, una interna y otra externa, para limitar las dos superficies, que se juntan en el punto en que la cavidad interna se abre al exterior, esto es, en la abertura bucal. Con la formación de una capa interna de células, se efectúa una división del trabajo de las funciones. La capa celular externa ejecutará preferentemente los trabajos de la vida animal, movimiento y sensación; la interna desempeñará el trabajo de la digestión. En armonía con esta diversidad de funciones será distinta la conformación de la célula en una y otra capa. Las de la capa externa son más alargadas, cilíndricas; su contenido, pálido y rico en albúmina, y están provistas de apéndices ciliares; las de la cavidad digestiva tienen una forma más redondeada y un aspecto granuloso obscuro, pero también tienen pestañas vibrátiles para imprimir movimiento al contenido. En realidad, la forma más rudimentaria de organismo celular diferenciado, conforme á las

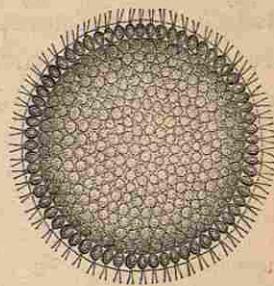


Fig. 52. - Colonia celular de un *volvox globator* joven, según Stein.

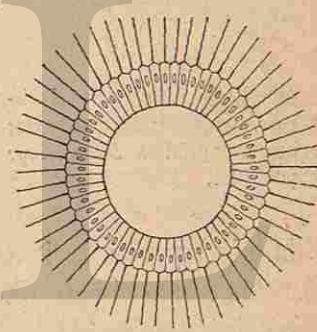


Fig. 53. - Período de blástula de una larva de acalefo; esquemáticamente.

necesidades que derivan del punto de vista fisiológico, se nos presenta en la *grástula* dérmica, que puede aparecer como larva viva y libre en todos los órdenes del reino animal, y en los celentéreos se acerca mucho á la forma adulta con aptitud para la reproducción (fig. 54).

La progresiva complicación que experimenta la organización á medida que van aumentando las dimensiones, se efectúa, de una parte por el aumento de superficies producido por excrecencias secundarias, repliegues é invaginaciones, y de otra por la aparición

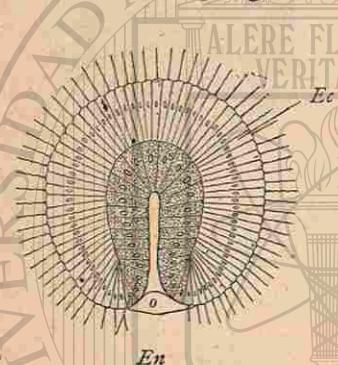


Fig. 54. - Período de gástrula del mismo. *Ec*, estodermo; *En*, entodermo; *o*, boca de la grástula (*Bastoporus*); esquemático.

de nuevos tejidos entre las dos capas de células ya existentes. Las superficies de invaginaciones secundarias desempeñan trabajos especiales y se transforman en glándulas, al paso que los tejidos intermediarios, formados por una ó por ambas capas de células, sirven en primer término para prestar sostén al cuerpo, y forman, por tanto, el esqueleto, y además favorecen la movilidad del organismo, y á título de músculos están en inmediata relación con la hoja celular externa (músculos de la piel) y con la interna (músculos intestinales). Un espacio existente entre el estrato celular externo é interno (*cavidad visceral primaria*), ó formado secundariamente por ulterior escisión de la capa de tejido intermedio, se convierte en cavidad visceral (*cavidad visceral secundaria, celoma*). A la aparición de las partes del esqueleto y de los músculos va unida la diferenciación de las células nerviosas y sensitivas á expensas de las células modificadas de la hoja externa. Se destacan del cuerpo retoños dispuestos en forma radiada ó bilateral y toman una conformación adecuada, los unos para servir de órganos de respiración (branquias) reclamados por las necesidades del aumento de superficies, y los otros para hacer el oficio de órganos de prensión de los alimentos y del movimiento (brazos prensiles, tentáculos, extremidades).

La diversidad de la organización, mayor cada vez á medida que crece la magnitud del cuerpo, tiene por base una *división del*

trabajo cada vez más significada y en virtud de la cual se concentran exclusiva y determinadamente en partes aisladas del conjunto, ó sea en órganos con función especial, los diferentes trabajos que el proceso vital exige. Encargados los órganos exclusivamente de trabajos determinados, pueden, en virtud de su contextura especial, ejecutarlos en mayor cantidad y con perfección más exquisita, y bajo el supuesto de un ordenado encadenamiento de los trabajos de todos los órganos, proporcionan al organismo positivas ventajas que le hacen apto para un grado de vida más superior y perfecto, y afirman sólidamente la unión de las partes en la unidad total del organismo. Con la magnitud del cuerpo y la diversidad de la organización se eleva en general el nivel y perfección de los grados de la vida, por más que en este concepto entran en el platillo de la balanza como factores compensatorios la disposición especial y la situación respectiva de los órganos que se presentan en los distintos órdenes animales, así como las condiciones vitales por tales circunstancias determinadas.

CORRELACIÓN Y ENLACE DE LOS ÓRGANOS

Desde su período de evolución están los órganos del cuerpo animal en una relación mutua, no sólo en cuanto á su forma, magnitud y situación, sino también respecto á sus funciones; pues como la existencia del organismo depende de la suma de acciones de todas sus partes en una manifestación única, necesario es que todas las partes y órganos se adapten entre sí bajo leyes determinadas. A esta relación de dependencia (conocida ya por Aristóteles), y que se deriva como consecuencia necesaria del cuerpo del organismo y del desarrollo del mismo, se le ha dado el nombre, bien adecuado, de *correlación* de las partes, y ha servido desde hace muchos años para fijar varias leyes fundamentales, cuya razonada aplicación ha suministrado fecundos puntos de vista para un estudio comparativo. Con arreglo á la cantidad determinada de trabajo que para el mantenimiento de la máquina general se le exige, debe representar cada órgano una cantidad determinada de unidades de trabajo y hallarse limitada, por consiguiente, á cierta dimensión y á una forma determinada por su función y por su si-

tuación respecto de otros órganos. Si un órgano aumenta de volumen en proporción desmesurada, este aumento de volumen, y la alteración consiguiente de forma, se hará á costa de los órganos circunvecinos, que se encontrarán modificados y cohibidos en su magnitud, forma y funciones. De aquí se deduce el principio formulado, aunque no por la primera vez, por Geoffroy Saint-Hilaire, de la *compensación de los órganos*, principio que sirvió de base al citado naturalista para fundar la ciencia de las deformidades (teratología).

Los órganos fisiológicamente análogos, ó sea los encargados en general del mismo trabajo, como las mandíbulas, el conducto intestinal, los órganos del movimiento, sufren aisladamente considerables y múltiples modificaciones, y de la disposición *especial* y de las funciones de cada órgano depende el modo especial de nutrición y de vida, la manera y condiciones en que se hace posible la vida en cada una de las especies zoológicas. Por el principio de correlación es posible, dada la forma especial y la disposición de un solo órgano, ó no más que una parte de un órgano, formar juicio de la estructura de otros muchos órganos y de la totalidad del organismo, y construir en sus rasgos esenciales el animal entero, como lo hizo Cuvier respecto de mamíferos de pasadas épocas, valiéndose de fragmentos de huesos y dientes fosilizados. Considerando la vida del animal y su conservación, no como el resultado, sino como el fin premeditado, como el objeto de la disposición y funciones de todos sus órganos, iremos á parar al *principio de las causas finales* (condiciones de existencia) de Cuvier y con él al concepto *teleológico*, con el cual no llegaremos á conseguir una explicación mecánico-física. Aquel principio puede prestarnos importantes é ineludibles servicios para comprender las complicadas correlaciones y el eslabonamiento armónico de la naturaleza viva, siempre que prescindiendo de reconocer con Cuvier un objeto final situado fuera del organismo, lo aceptemos como una fórmula antropomórfica para señalar las relaciones necesarias entre la forma y funciones de las partes y del todo.

El modo de unión y la forma de situación respectiva de los órganos no se halla en manera alguna sujeta á un modelo-único y el mismo para toda la escala zoológica, como ha pretendido Geof-

froy Saint-Hilaire en su teoría de los análogos; puede más bien referirse con Cuvier á diferentes formas de organización ó *tipos* (llamados planes según la teoría de Cuvier y su *principio de la subordinación de caracteres*), que forman las más amplias divisiones del sistema y se distinguen por una suma de caracteres relativos á la conformación y situación respectiva de los órganos. Los grados superiores é inferiores de un mismo tipo convienen en la forma fundamental de su estructura, al paso que varían al extremo los caracteres secundarios de cada especie. Estos grandes grupos zoológicos guardan entre sí conexiones más ó menos lejanas, como se deduce del parentesco de las formas inferiores y de los procesos evolutivos, y no representan, por lo tanto, agrupaciones completamente separadas y sin mutua coordinación.

Es el objeto de la *Morfología* comprobar la uniformidad de dirección embriogénica en medio de las más diversas condiciones de organización y género de vida, primero respecto de animales del mismo orden y luego respecto de los de orden diferente. Enfrente de las *analogías* que aparecen en clases diversas desempeñando iguales funciones y marcando el parentesco fisiológico de órganos análogos, como el ala de los pájaros y el ala de las mariposas, se ocupa esta ciencia en determinar las *homologías*, esto es, en referir á una disposición embriogénica, como partes análogas, aquellas partes de organismos distintos del mismo ó de distinto orden, que con forma desigual y con diferentes condiciones de vida ejercen función distinta, como el ala de los pájaros y el miembro anterior de los mamíferos. Se reconocen también como *homólogos* los órganos de igual origen embrionario que se repiten en el cuerpo del mismo animal, como los miembros anteriores y los posteriores.

LOS ÓRGANOS COMPUESTOS

CONSIDERADOS EN SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Los *órganos vegetativos* comprenden los órganos de la *nutrición* igualmente necesarios á todos los organismos vivos, sean animales ó plantas; pero que en los primeros, íntimamente unidos á las funciones animales que van siempre elevándose progresivamente,

tuación respecto de otros órganos. Si un órgano aumenta de volumen en proporción desmesurada, este aumento de volumen, y la alteración consiguiente de forma, se hará á costa de los órganos circunvecinos, que se encontrarán modificados y cohibidos en su magnitud, forma y funciones. De aquí se deduce el principio formulado, aunque no por la primera vez, por Geoffroy Saint-Hilaire, de la *compensación de los órganos*, principio que sirvió de base al citado naturalista para fundar la ciencia de las deformidades (teratología).

Los órganos fisiológicamente análogos, ó sea los encargados en general del mismo trabajo, como las mandíbulas, el conducto intestinal, los órganos del movimiento, sufren aisladamente considerables y múltiples modificaciones, y de la disposición *especial* y de las funciones de cada órgano depende el modo especial de nutrición y de vida, la manera y condiciones en que se hace posible la vida en cada una de las especies zoológicas. Por el principio de correlación es posible, dada la forma especial y la disposición de un solo órgano, ó no más que una parte de un órgano, formar juicio de la estructura de otros muchos órganos y de la totalidad del organismo, y construir en sus rasgos esenciales el animal entero, como lo hizo Cuvier respecto de mamíferos de pasadas épocas, valiéndose de fragmentos de huesos y dientes fosilizados. Considerando la vida del animal y su conservación, no como el resultado, sino como el fin premeditado, como el objeto de la disposición y funciones de todos sus órganos, iremos á parar al *principio de las causas finales* (condiciones de existencia) de Cuvier y con él al concepto *teleológico*, con el cual no llegaremos á conseguir una explicación mecánico-física. Aquel principio puede prestarnos importantes é ineludibles servicios para comprender las complicadas correlaciones y el eslabonamiento armónico de la naturaleza viva, siempre que prescindiendo de reconocer con Cuvier un objeto final situado fuera del organismo, lo aceptemos como una fórmula antropomórfica para señalar las relaciones necesarias entre la forma y funciones de las partes y del todo.

El modo de unión y la forma de situación respectiva de los órganos no se halla en manera alguna sujeta á un modelo-único y el mismo para toda la escala zoológica, como ha pretendido Geof-

froy Saint-Hilaire en su teoría de los análogos; puede más bien referirse con Cuvier á diferentes formas de organización ó *tipos* (llamados planes según la teoría de Cuvier y su *principio de la subordinación de caracteres*), que forman las más amplias divisiones del sistema y se distinguen por una suma de caracteres relativos á la conformación y situación respectiva de los órganos. Los grados superiores é inferiores de un mismo tipo convienen en la forma fundamental de su estructura, al paso que varían al extremo los caracteres secundarios de cada especie. Estos grandes grupos zoológicos guardan entre sí conexiones más ó menos lejanas, como se deduce del parentesco de las formas inferiores y de los procesos evolutivos, y no representan, por lo tanto, agrupaciones completamente separadas y sin mutua coordinación.

Es el objeto de la *Morfología* comprobar la uniformidad de dirección embriogénica en medio de las más diversas condiciones de organización y género de vida, primero respecto de animales del mismo orden y luego respecto de los de orden diferente. Enfrente de las *analogías* que aparecen en clases diversas desempeñando iguales funciones y marcando el parentesco fisiológico de órganos análogos, como el ala de los pájaros y el ala de las mariposas, se ocupa esta ciencia en determinar las *homologías*, esto es, en referir á una disposición embriogénica, como partes análogas, aquellas partes de organismos distintos del mismo ó de distinto orden, que con forma desigual y con diferentes condiciones de vida ejercen función distinta, como el ala de los pájaros y el miembro anterior de los mamíferos. Se reconocen también como *homólogos* los órganos de igual origen embrionario que se repiten en el cuerpo del mismo animal, como los miembros anteriores y los posteriores.

LOS ÓRGANOS COMPUESTOS

CONSIDERADOS EN SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Los *órganos vegetativos* comprenden los órganos de la *nutrición* igualmente necesarios á todos los organismos vivos, sean animales ó plantas; pero que en los primeros, íntimamente unidos á las funciones animales que van siempre elevándose progresivamente,

se van elevando en lenta graduación hasta alcanzar un desarrollo más superior y variado. La digestión de los alimentos va unida en el animal á la adquisición é ingestión de los mismos. Las sustancias asimilables, reducidas por la digestión al estado soluble, se convierten en un líquido nutritivo que recorre el cuerpo (sangre) y por vías más ó menos determinadas llega á todos los órganos y les suministra sus elementos constitutivos, recogiendo de ellos las sustancias que han dejado de ser utilizables y conduciéndolas á ciertas partes encargadas de eliminarlos. Los órganos que se van diferenciando lentamente para ejecutar las funciones de la nutrición son: el aparato de la *prensión de los alimentos*, de la *digestión* y de la *formación de la sangre (hematopoyesis)*; los órganos de la *circulación*, de la *respiración* y de la *excreción*.

ÓRGANOS DE LA PRENSIÓN DE LOS ALIMENTOS Y DE LA DIGESTIÓN

En los animales que representan una célula (protozoos) se realiza ya la absorción de cuerpos nutritivos sólidos, encargándose, en el caso más sencillo, de abarcar los cuerpos ciertos apéndices de sarcoda (seudopodios) (amibos y *rizópodos*) (fig. 55). En los *infusorios*, revestidos de una piel dura, y que se mueven por medio de pestañas, existe una masa sarcódica semilíquida (endoplasma), que rodeada, aunque sin límite preciso, de una capa exterior de sarcoda más viscosa, recibe y digiere las sustancias nutritivas que han penetrado por la abertura bucal. Funcionan como órganos de prensión de los alimentos líneas de pestañas rígidas (zona adoral de pestañas vibrátiles de los ciliados) (fig. 56). Entre los *metazoos*, funciona como cavidad digestiva la cavidad visceral interna, que corresponde á la cavidad intestinal y no á la cavidad visceral de los demás animales. Las cavidades accesorias que periféricamente se irradian de la misma, fueron consideradas antiguamente como vasos que distribuían por el cuerpo los jugos nutritivos preparados por la digestión, representando en cierto modo un sistema de vasos sanguíneos aferentes (de aquí la denominación de aparato gastrovascular). En realidad el líquido contenido en dichas cavidades y al cual imprimen movimiento las pestañas vibrátiles del

revestimiento endodérmico, no es un jugo nutritivo, y sí sólo agua del mar, en que flotan corpúsculos nutritivos, que vistos al microscopio son organismos pequeños y porciones disgregadas de cuerpos de mayor tamaño. La digestión no se efectúa sólo en la cavi-

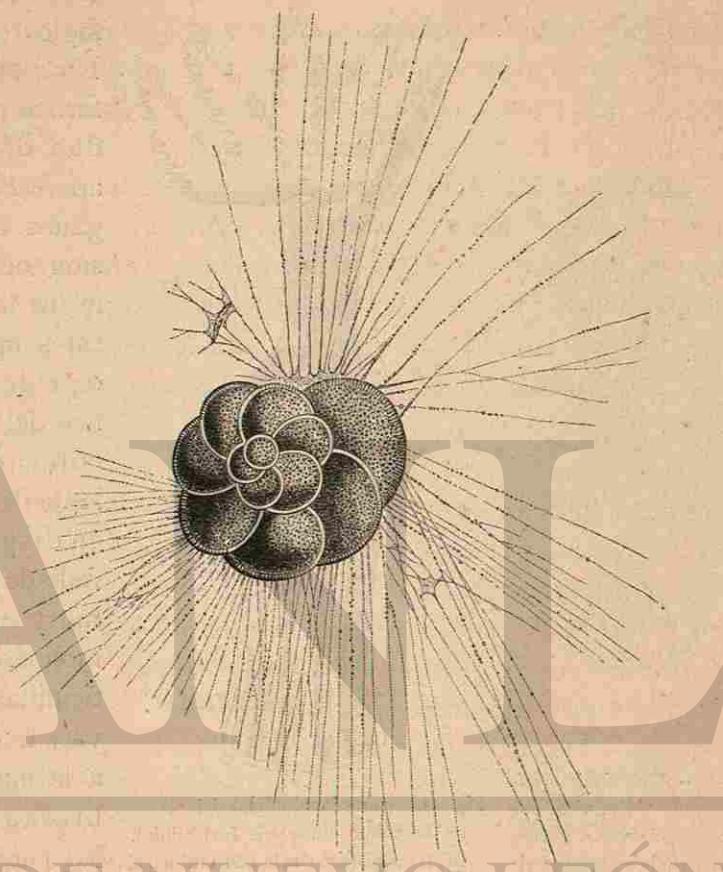


Fig. 55. - *Rotalia veneta*, según M. Schultze, con una diatomea aprisionada en la red de pseudopodios.

dad central, y nunca bajo la influencia de secreciones encimáticas, sino indistintamente en todos los puntos de la superficie de contacto de los cuerpos nutritivos con el endodermo, aunque en mucha mayor cantidad en algunas partes, como en los filamentos gástricos. Las células endodérmicas de la cavidad gástrica pueden aprisionar cuerpos extraños por medio de sus apéndices amiboides, verificándose por este medio una *digestión intercelular*. En

se van elevando en lenta graduación hasta alcanzar un desarrollo más superior y variado. La digestión de los alimentos va unida en el animal á la adquisición é ingestión de los mismos. Las sustancias asimilables, reducidas por la digestión al estado soluble, se convierten en un líquido nutritivo que recorre el cuerpo (sangre) y por vías más ó menos determinadas llega á todos los órganos y les suministra sus elementos constitutivos, recogiendo de ellos las sustancias que han dejado de ser utilizables y conduciéndolas á ciertas partes encargadas de eliminarlos. Los órganos que se van diferenciando lentamente para ejecutar las funciones de la nutrición son: el aparato de la *prensión de los alimentos*, de la *digestión* y de la *formación de la sangre (hematopoyesis)*; los órganos de la *circulación*, de la *respiración* y de la *excreción*.

ÓRGANOS DE LA PRENSIÓN DE LOS ALIMENTOS Y DE LA DIGESTIÓN

En los animales que representan una célula (protozoos) se realiza ya la absorción de cuerpos nutritivos sólidos, encargándose, en el caso más sencillo, de abarcar los cuerpos ciertos apéndices de sarcoda (seudopodios) (amibos y *rizópodos*) (fig. 55). En los *infusorios*, revestidos de una piel dura, y que se mueven por medio de pestañas, existe una masa sarcódica semilíquida (endoplasma), que rodeada, aunque sin límite preciso, de una capa exterior de sarcoda más viscosa, recibe y digiere las sustancias nutritivas que han penetrado por la abertura bucal. Funcionan como órganos de prensión de los alimentos líneas de pestañas rígidas (zona adoral de pestañas vibrátiles de los ciliados) (fig. 56). Entre los *metazoos*, funciona como cavidad digestiva la cavidad visceral interna, que corresponde á la cavidad intestinal y no á la cavidad visceral de los demás animales. Las cavidades accesorias que periféricamente se irradian de la misma, fueron consideradas antiguamente como vasos que distribuían por el cuerpo los jugos nutritivos preparados por la digestión, representando en cierto modo un sistema de vasos sanguíneos aferentes (de aquí la denominación de aparato gastrovascular). En realidad el líquido contenido en dichas cavidades y al cual imprimen movimiento las pestañas vibrátiles del

revestimiento endodérmico, no es un jugo nutritivo, y sí sólo agua del mar, en que flotan corpúsculos nutritivos, que vistos al microscopio son organismos pequeños y porciones disgregadas de cuerpos de mayor tamaño. La digestión no se efectúa sólo en la cavi-

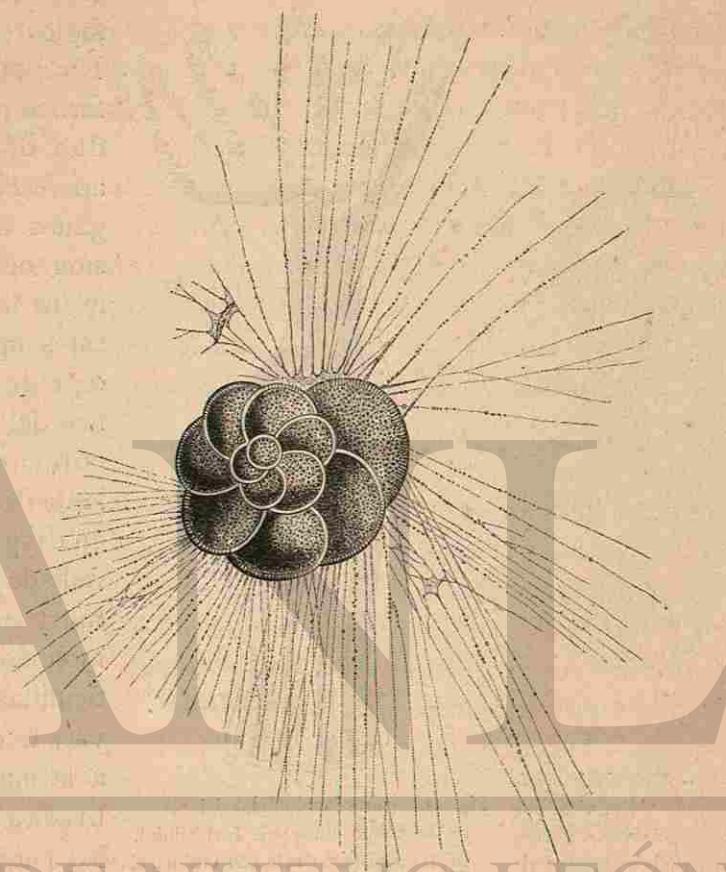


Fig. 55. - *Rotalia veneta*, según M. Schultze, con una diatomea aprisionada en la red de pseudopodios.

dad central, y nunca bajo la influencia de secreciones encimáticas, sino indistintamente en todos los puntos de la superficie de contacto de los cuerpos nutritivos con el endodermo, aunque en mucha mayor cantidad en algunas partes, como en los filamentos gástricos. Las células endodérmicas de la cavidad gástrica pueden aprisionar cuerpos extraños por medio de sus apéndices amiboides, verificándose por este medio una *digestión intercelular*. En

los pólipos de mayor tamaño (antozoos) sale de la abertura bucal un tubo que llega á la parte central de la cavidad digestiva; se le ha dado el nombre de tubo gástrico, por más que sólo sirve para el paso de las materias nutritivas, y es por lo tanto más bien un

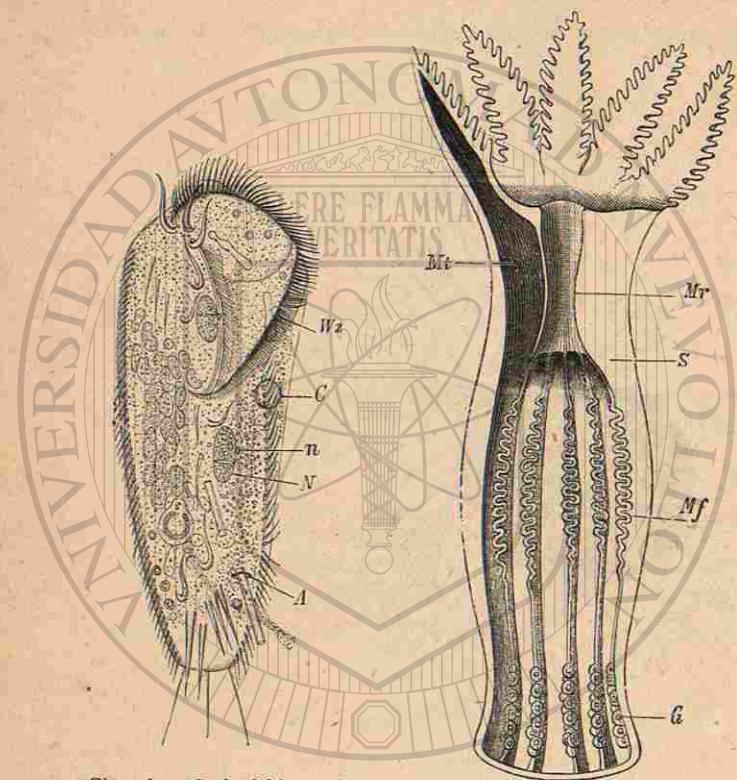


Fig. 56. - *Stylonichia mytilus*, según Stein, vista por la superficie ventral. *Wz*, zona adoral de pestañas vibrátiles; *C*, vacuola contráctil; *N*, núcleo; *N'*, nucleolo; *A*, ano.

Fig. 57. - Corte longitudinal del cuerpo de un pólipo antozoario (octactinia). *M*, tubo gástrico con la abertura bucal entre los tentáculos pennados; *Mf*, filamentos mesentéricos; *G*, órganos genitales.

tubobucal ó esofágico (fig. 57). En esta sencilla forma de cavidad digestiva aparecen ya órganos de prensión de los alimentos. Son éstos apéndices ó prolongaciones del cuerpo, colocados delante de la boca, en disposición radiada ó bilateral, y que arremolinan las particulillas nutritivas, ú obrando á la manera de

brazos atrapan los cuerpos extraños y los conducen á la boca (pólipos, medusas)

(figura 58). Los apéndices destinados á apoderarse del botín pueden estar situados lejos de la boca (filamentos pescadores de las medusas, sifonóforos y ctenóforos). Cuando la cavidad digestiva llega á tener su pared propia, desprendida de la pared del cuerpo y casi siempre (excepto en los gusanos parenquimatosos) separada por una cavidad visceral, aparece en su forma más simple en figura de un tubo ciego, cerrado, único,

bifurcado ó ramificado, con una porción faríngea bien limitada (*trematodes turbelarios*), ó como un tubo intestinal que desagua en un orificio (ano) (figs. 59 y 60). En este último caso se presenta una división que distingue tres porciones; el intestino bucal (esófago) para el paso del alimento; el intestino medio para la digestión, y el intestino terminal para la expulsión de los residuos. Puede, no obs-

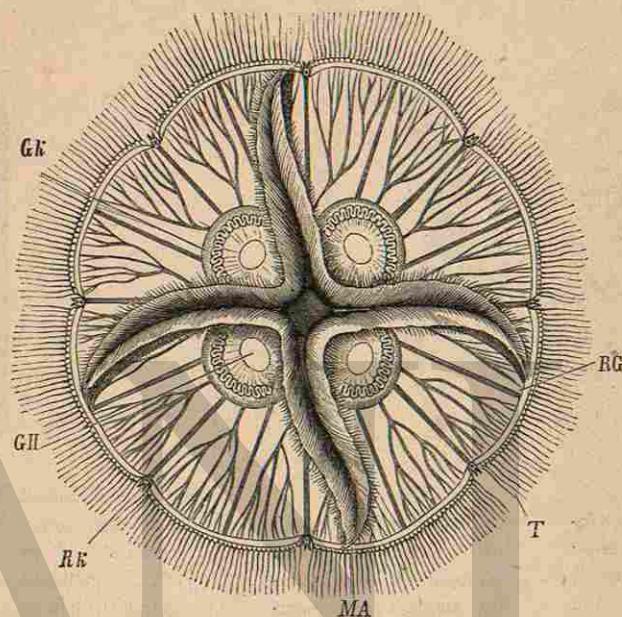


Fig. 58. - *Aurelia aurita*, vista por la superficie bucal. *MA*, los cuatro brazos bucales con el orificio bucal en el centro; *Gk*, ondas genitales; *GH*, abertura de la cavidad genital; *Rk*, cuerpos radiados; *RG*, vasos radiados; *T*, tentáculos marginales.

tante, hallarse atrofiado el intestino, y con éste pueden también faltar la boca y el ano. Se conocen casos de este género, no sólo en los gusanos parásitos (cestodes, acantocéfalos, algunos nematodes), sino también en crustáceos parásitos (rizocéfalos) y en piojos de cortezas y raíces (*Chermes*, *Phylloxera*).

En los animales superiores es mayor, por regla general, el número de divisiones y más variada su forma y disposición. Los órganos de la prensión de los alimentos, encomendada con frecuencia á apéndices situados cerca de la boca, como las extremidades, son más complicados.

En el caso de más sencilla estructura el tramo de ingreso está en el intestino bucal, muy dilatado y ensanchado en forma de saco faríngeo, en el cual, como en los tunicados, entran con el agua pequeños cuerpos nutritivos, arremolinados por el aparato vibrátil,

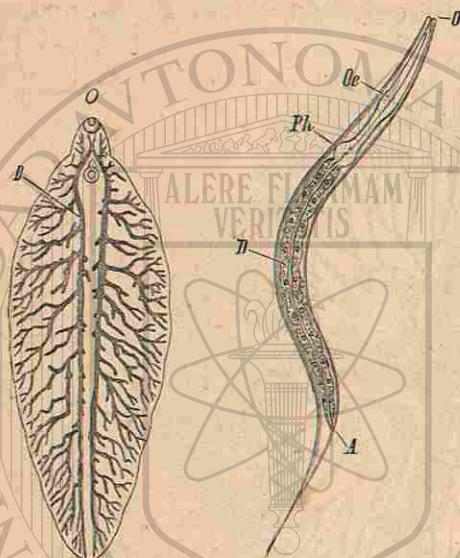


Fig. 59. - Conducto intestinal del *distonum hepaticum*, según R. Leuckart. *D*, rama intestinal; *O*, orificio bucal.



Fig. 60. - Conducto intestinal de un nematode joven. *O*, boca; *Oe*, intestino bucal (esófago) con ensanchamiento faríngeo; *Ph*, *D*, intestino medio; *A*, ano.

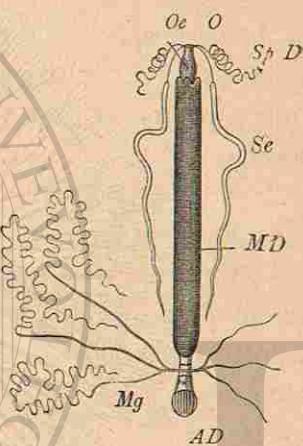


Fig. 61. - Conducto intestinal de una oruga, con sus glándulas accesorias. *O*, boca; *Oe*, esófago; *Sp*, *D*, glándulas salivales; *Se*, glándulas de la seda (sericterias); *MD*, intestino medio; *AD*, intestino anal; *Mg*, vasos de Malpigio.

y son arrastrados a la porción siguiente más estrecha, el esófago infundibuliforme. En un grado superior de desarrollo la abertura bucal conduce a una *cavidad bucal*, provista de partes sólidas, como mandíbulas y dientes, para coger y triturar las substancias nutritivas (*vertebrados gasterópodos*); pudiendo además, por medio de secreciones producidas por glándulas especiales (figs. 61 y 62), ejercer una acción química sobre las partículas alimenticias.

El aparato masticador está situado por regla general fuera del cuerpo, delante de la boca, formado por pares de extremidades en forma de mandíbulas (*artrópodos*), ó se transforma en aguijones y chupones (*parásitos*), ó bien está situado más hacia atrás en una parte de la faringe (*rotíferos eunicidos*), ó en una porción muscu-

losa ensanchada al fin de la faringe. En este punto se forma con frecuencia una porción dilatada en forma de estómago, que empieza la digestión con una nueva preparación mecánica (estómago masticador de los cangrejos), ó mediante la secreción de ciertos productos (pepsina) y á veces reuniendo á la vez ambas funciones (pájaros), y transporta la masa alimenticia al *intestino medio*. Con dilataciones ó expansiones se forman á las inmediaciones de la boca sacos guturales y bolsas molares; en el esófago buches, y en el estómago sacos ciegos, reservorios todos destinados á contener transitoriamente los alimentos ingeridos.

Estos recipientes accesorios del estómago complican la conformación de este órgano en los animales vertebrados. En los peces no hay límite preciso entre el estómago y el esófago, y sólo se distinguen por los caracteres de la membrana mucosa y por un saco ciego dirigido hacia atrás, al paso que el límite entre el estómago y el intestino medio es casi siempre un punto estrecho. En muchos perennibranchios, como el *Proteus*, el estómago no constituye una porción dilatada, como en los urodelos y anuros, y en estos últimos se presenta á veces situado transversalmente lo mismo que en las tortugas y cocodrilos, en cuyo estómago se hace ya perceptible una curvatura grande y otra pequeña debidas á la aproximación del píloro al cardias. En los pájaros se distinguen dos secciones, estómago glandular y estómago muscular (molleja) (fig. 63, *Dm*, *Km*). Entre los mamíferos conserva el estómago su primitiva situación longitudinal en las focas, pero está siempre completamente limitado y dilatado en forma de retorta. A menudo, especialmente en los omnívoros y herbívoros, se ensancha la porción del cardias en forma de saco ciego, que está revestido de una membrana mucosa densa y menos rica en glándulas. Así se prepara la división en dos porciones, perfectamente limitada por una estrangulación transver-

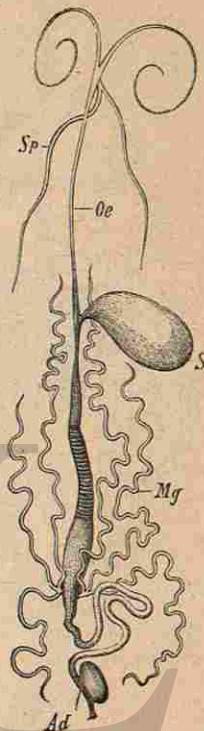


Fig. 62. Conducto intestinal de una mariposa. *R*, trompas (mandíbulas); *Sp*, glándulas salivales; *Oe*, esófago; *S*, buche; *Mg*, vasos de Malpigio; *Ad*, intestino recto.

sal en muchos roedores. La porción correspondiente al cardias, con su saco ciego constituye un verdadero reservorio alimenticio, al paso que la porción pilórica contiene las glándulas de pepsina y ejecuta la digestión. Con la división de cada una de las porciones prin-

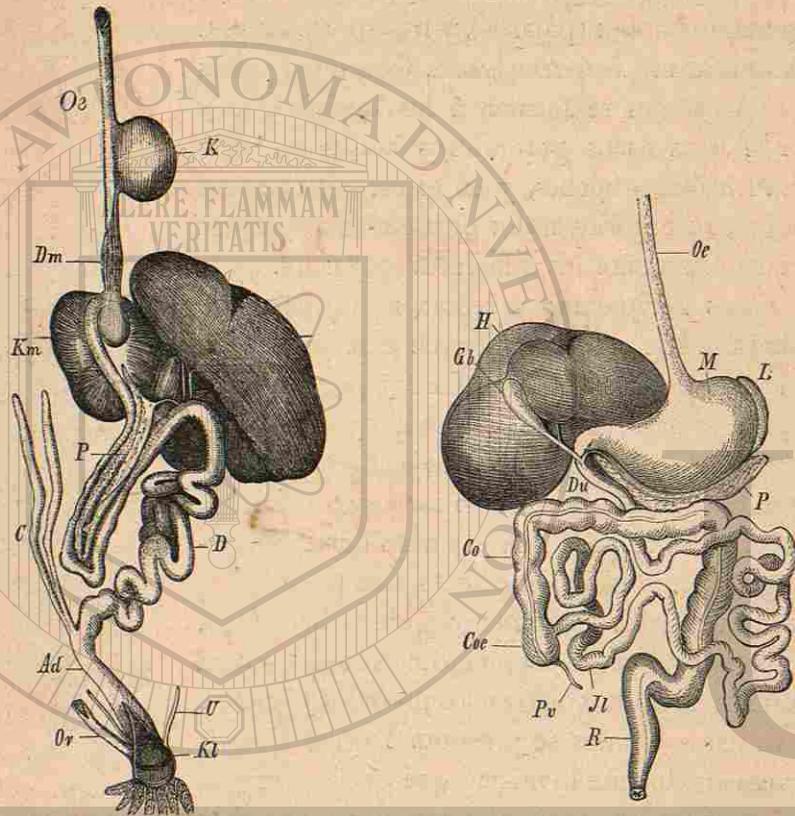


Fig. 63. Conducto digestivo de un pájaro. *Oe*, esófago; *K*, buche; *Dm*, estómago glandular (subcenturiado); *Km*, estómago muscular (molleja); *D*, intestino medio; *P*, páncreas, situado en una asa del duodeno; *H*, hígado; *C*, doble intestino ciego; *Ad*, recto; *U*, uréteres; *Kl*, cloaca; *Or*, oviducto.

Fig. 64. Conducto digestivo del hombre. *Oe*, esófago; *M*, estómago; *L*, bazo; *H*, hígado; *Gb*, vejiga de la hiel; *P*, páncreas; *Du*, duodeno, con el desague de los conductoscoledoco y pancreático; *Je*, yeyuno; *Il*, íleon; *Co*, colon; *Coe*, ciego con el apéndice vermiforme; *Pv*, *R*, recto.

cipales en dos nuevas cavidades llega á su grado extremo la división morfológica y fisiológica en los rumiantes con sus cuatro estómagos llamados panza, reddecilla, libro ó salterio y cuajar.

La digestión preparada por el aflujo de líquidos en la boca (saliva) y en el estómago (glándulas de pepsina de los vertebrados, pepsina, digestión de los cuerpos albuminoideos con reacción ácida)

se termina en la porción media del conducto digestivo, *intestino medio*, más frecuentemente designado con el nombre de intestino estomacal, ó *intestino quilífico*. La papilla alimenticia (*quimo*), impropia todavía para ser absorbida, sufre la acción química de las secreciones que fluyen de una ó más glándulas del intestino medio (el hepatopáncreas, el páncreas, las glándulas intestinales), que de igual manera que las secreciones de las glándulas de pepsina, pero con reacción alcalina (tripsina), reduce las materias albuminoideas á estados solubles que los hace aptos para la absorción, y los convierte en *quilo*, que es absorbido por las paredes intestinales. El intestino medio, cuya superficie se aumenta, pocas veces por expansión y muchas por repliegues ó formación de vellosidades y por aumento de longitud, se divide en tramos subalternos de distintas condiciones, como, por ejemplo, en los mamíferos, en duodeno, yeyuno é íleon (fig. 64). En los invertebrados se da á la parte anterior, ensanchada y provista de glándulas anexas (hígado) el nombre de estómago, y al segmento siguiente, más largo y estrecho, el de intestino delgado.

El *intestino grueso*, no siempre bien deslindado del intestino medio, está destinado á recoger y expulsar los residuos excrementicios, pero puede ejecutar una especie de segunda digestión en su porción primera ó sea en su apéndice cecal. De escasa extensión en los animales inferiores, alcanza en los superiores una longitud considerable; empieza con uno (mamíferos) ó dos intestinos ciegos (aves), y puede dividirse en varios tramos, intestino grueso ó intestino recto, y estar en comunicación en su extremo con glándulas de diversas especies (glándulas anales), ó formar una cloaca donde van á desaguar los conductos excretores de los órganos urinarios y sexuales. Puede servir también para otras funciones accesorias, como, por ejemplo, para la respiración (larvas de libélula), ó para la secreción de productos especiales (larva de la hormiga león).

Las *glándulas salivales*, el *hígado* y el *páncreas* derivan de expansiones que por diferenciaciones ulteriores han llegado á formar glándulas accesorias.

Las *glándulas salivales* derraman sus secreciones en la cavidad bucal y sirven para fluidificar las partículas alimenticias y lubricar el bolo alimenticio; pero obran además químicamente sobre las subs-

tancias ingeridas, transformando en azúcar las sustancias amiláceas. Faltan estas glándulas en muchos animales acuáticos y están notablemente desarrolladas en los herbívoros.

El *hígado*, notable por su tamaño considerable en los grados superiores de la escala, se encuentra como glándula anexa en el principio del intestino medio (duodeno). Caracterizado en sus primeros esbozos por una parte del revestimiento celular de la cavidad gástrica, característicamente coloreada (*celenterados*), ó por células amarillentas ó parduscas de la misma pared intestinal (gusanos), toma luego la forma de pequeños tubos sacciformes ciegos (*filópodos*), y por ulterior ramificación de los mismos llega á adquirir un complicado desarrollo de conductos y folículos, que pueden estar apiñados de muy distinta manera hasta llegar á constituir un órgano aparentemente compacto. Se ha designado, sin embargo, con el nombre de *hígado* en los diferentes tipos zoológicos á glándulas tan distintas entre sí morfológica y fisiológicamente que no pueden reducirse á un tipo común. Mientras que en los animales vertebrados el hígado, como órgano de elaboración de la bilis, no tiene relación alguna ostensible con la digestión, las secreciones de muchas glándulas anexas, que se llaman hígado en los invertebrados, y debieran llamarse mejor *hepatopáncreas*, ejercen una acción digestiva sobre el almidón y las sustancias albuminoideas, y contienen productos accesorios y materia colorante, como la bilis de los vertebrados (*decápodos*, *cefalópodos*, *helicidos*). El páncreas es una glándula del intestino medio exclusivamente propia de los vertebrados. Entre los peces sólo por excepción existe el páncreas (*belone*, *rhombus*, *mugil*), y en cambio puede existir una glándula pilórica (esturiones) ó más frecuentemente (*Scorpena*, salmónidos, atún) un grupo de tubos anexos al piloro, *appendices pyloricæ*, cuya secreción digiere la albúmina. En las carpas y percas el hígado sustituye de una manera notable la falta del páncreas, según habla comprobado E. H. Weber.

ÓRGANOS DE LA CIRCULACIÓN

El jugo nutricional obtenido por la digestión, ó sea el *quilo*, se distribuye por todas las partes del cuerpo por un sistema de comu-

nunicaciones huecas. Prescindiendo de los protozoos, cuyo cuerpo compuesto de sarcoda se conduce respecto de la distribución de la materia nutricional como la unidad histológica, la célula, entre los ani-

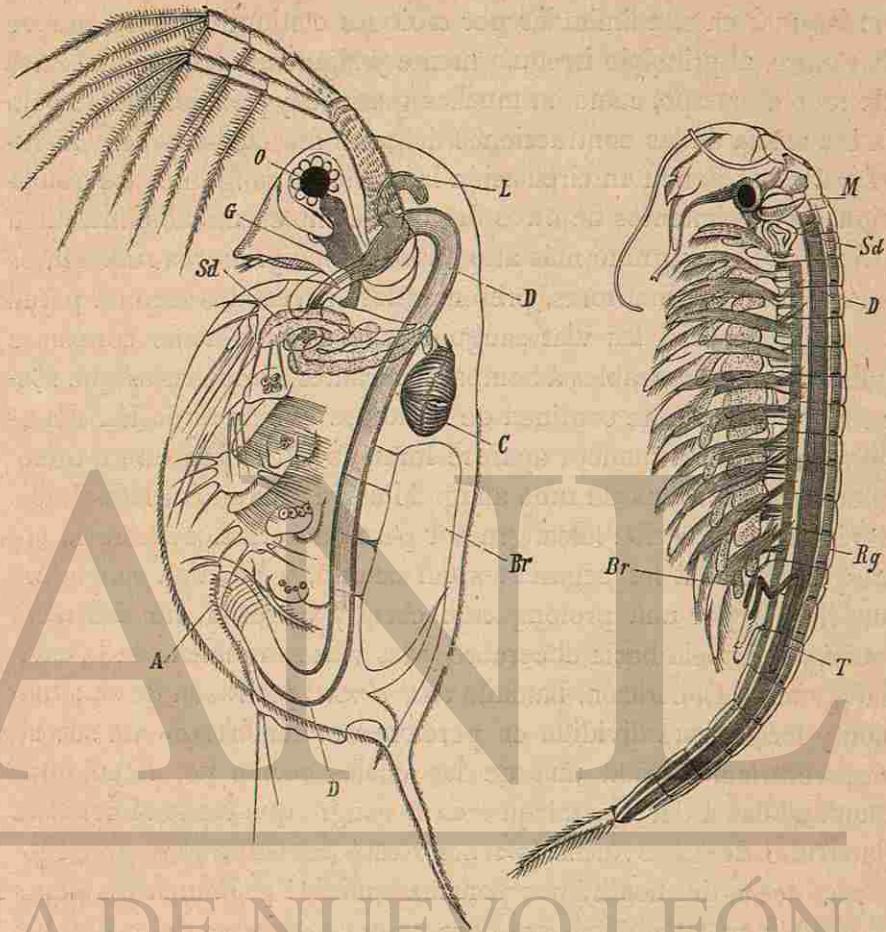


Fig. 65. - *Daphnia* con corazón simple, C. Se ve la hendidura de un lado; D, tubo intestinal; L, apéndices trepáticos corniculados; A, ano; G, cerebro; O, ojo; Sa, glándula conchigena; Br, cámara de incubación, bajo la duplicatura dorsal del caparazón.

Fig. 66. - Macho del *Branchipus stagnalis* con corazón ó vaso dorsal multilocular Rg, cuyas hendiduras se repiten en cada segmento; D, intestino; M, mandíbula; Sa, glándula conchigena; Br, apéndice branquial de una pata; T, testículo.

males de tejidos celulares diferenciados en los de organización más simplificada todo el parenquima está impregnado de jugos nutricios (*celenterados platihelminthidos*).

Luego que se desarrolla un tubo intestinal independiente y una

tancias ingeridas, transformando en azúcar las sustancias amiláceas. Faltan estas glándulas en muchos animales acuáticos y están notablemente desarrolladas en los herbívoros.

El *hígado*, notable por su tamaño considerable en los grados superiores de la escala, se encuentra como glándula anexa en el principio del intestino medio (duodeno). Caracterizado en sus primeros esbozos por una parte del revestimiento celular de la cavidad gástrica, característicamente coloreada (*celenterados*), ó por células amarillentas ó parduscas de la misma pared intestinal (gusanos), toma luego la forma de pequeños tubos sacciformes ciegos (*filópodos*), y por ulterior ramificación de los mismos llega á adquirir un complicado desarrollo de conductos y folículos, que pueden estar apiñados de muy distinta manera hasta llegar á constituir un órgano aparentemente compacto. Se ha designado, sin embargo, con el nombre de *hígado* en los diferentes tipos zoológicos á glándulas tan distintas entre sí morfológica y fisiológicamente que no pueden reducirse á un tipo común. Mientras que en los animales vertebrados el hígado, como órgano de elaboración de la bilis, no tiene relación alguna ostensible con la digestión, las secreciones de muchas glándulas anexas, que se llaman hígado en los invertebrados, y debieran llamarse mejor *hepatopáncreas*, ejercen una acción digestiva sobre el almidón y las sustancias albuminoideas, y contienen productos accesorios y materia colorante, como la bilis de los vertebrados (*decápodos*, *cefalópodos*, *helicidos*). El páncreas es una glándula del intestino medio exclusivamente propia de los vertebrados. Entre los peces sólo por excepción existe el páncreas (*belone*, *rhombus*, *mugil*), y en cambio puede existir una glándula pilórica (esturiones) ó más frecuentemente (*Scorpena*, salmónidos, atún) un grupo de tubos anexos al piloro, *appendices pyloricæ*, cuya secreción digiere la albúmina. En las carpas y percas el hígado sustituye de una manera notable la falta del páncreas, según habla comprobado E. H. Weber.

ÓRGANOS DE LA CIRCULACIÓN

El jugo nutricional obtenido por la digestión, ó sea el *quilo*, se distribuye por todas las partes del cuerpo por un sistema de comu-

nificaciones huecas. Prescindiendo de los protozoos, cuyo cuerpo compuesto de sarcoda se conduce respecto de la distribución de la materia nutricional como la unidad histológica, la célula, entre los ani-

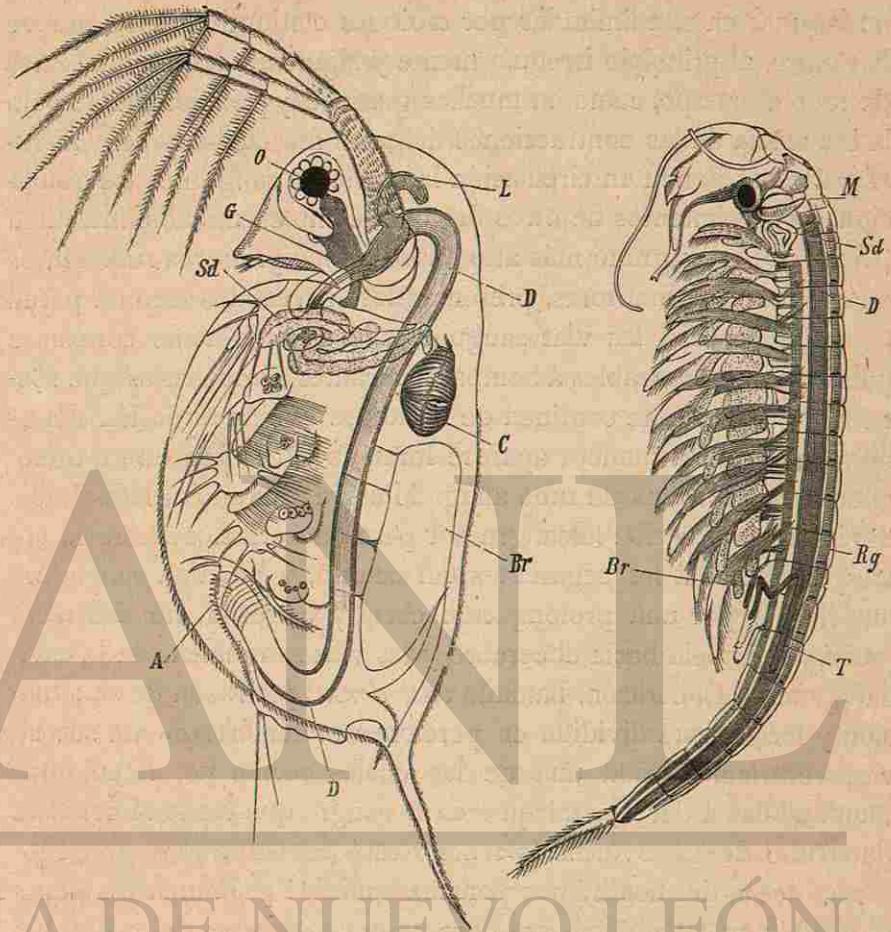


Fig. 65. - *Daphnia* con corazón simple, C. Se ve la hendidura de un lado; D, tubo intestinal; L, apéndices trepáticos corniculados; A, ano; G, cerebro; O, ojo; Sa, glándula conchígena; Br, cámara de incubación, bajo la duplicatura dorsal del caparazón.

Fig. 66. - Macho del *Branchipus stagnalis* con corazón ó vaso dorsal multilocular Rg, cuyas hendiduras se repiten en cada segmento; D, intestino; M, mandíbula; Sa, glándula conchígena; Br, apéndice branquial de una pata; T, testículo.

males de tejidos celulares diferenciados en los de organización más simplificada todo el parenquima está impregnado de jugos nutricios (*celenterados platihelminthidos*).

Luego que se desarrolla un tubo intestinal independiente y una

cavidad entre la pared del cuerpo y el intestino, el quilo pasa por las paredes de éste y llena la cavidad en estado de *sangre*, en la cual, salvo raras excepciones, aparecen corpúsculos ó células producidas en el organismo. En esta cavidad general, ó en el sistema de lagunas en ella limitadas por tabiques conjuntivales, se mueve la sangre, al principio irregularmente y siguiendo los movimientos de todo el cuerpo, como en muchos gusanos, y principalmente bajo la influencia de las contracciones del tubo músculo-cutáneo (*Ascaris*); á veces ponen en circulación la corriente sanguínea las oscilaciones y movimientos de otros órganos, como el conducto intestinal (*Ciclops*). En un grado más alto aparecen los primeros rudimentos de centros sangüimotrices, presentándose revestidos de una pared muscular especial las vías sanguíneas, formando como corazones pulsatorios, comparables á bombas aspirantes é impelentes que sostienen una corriente continua de la sangre en una dirección determinada. De esta manera aparece formado el corazón de los artrópodos, que en forma de tubo alargado corre próximo al lado dorsal del intestino y recibe la sangre por pares de orificios laterales correspondientes á los segmentos del cuerpo, y por una hendidura anterior, ó por una prolongación corta y estrecha, no contráctil (aorta), la impele hacia el cerebro y las vías sanguíneas de la cavidad general. El corazón, llamado *vaso dorsal* por razón de su situación y forma, está dividido en porciones metaméricamente sucesivas, ventrículos, cada una de las cuales recibe por hendiduras transversales á derecha é izquierda la sangre que viene al corazón. Cada uno de estos orificios *venosos* está cercado á lo largo de los bordes de sus dos hendiduras por una laminilla prominente á manera de labio, válvula labial, que durante la contracción del ventrículo (*ístole*) se adapta á la válvula vecina y cierra el orificio, y durante la dilatación de la pared ventricular (*diástole*) se abre bajo el impulso de la corriente sanguínea. En su forma elemental este vaso dorsal se extiende por todo el cuerpo (*Branchipus*), Fig. 66. pero luego sufre múltiples reducciones (artrostráceos, insectos, aracnoideos) hasta quedar reducido á un solo ventrículo atravesado por un par de hendiduras venosas (cladoceros, Fig. 65. calanidos, *Acarus*).

Desde el corazón, como órgano central de la circulación sanguínea salen conductos claramente limitados, *vasos sanguíneos*, que en

los invertebrados conducen al sistema de lagunas de la cavidad visceral. En el caso más sencillo los vasos que llevan la sangre que sale del corazón están provistos de pared propia y desarrollados como tales vasos (calanidos, *calanella*, fig. 67; *Gamasus*, fig. 68). En un grado más elevado, no sólo adquieren más complicada forma estos vasos aferentes, sino que en el trayecto del sistema de lagunas adquieren ciertas vías sanguíneas su limitación membranosa, especialmente al acercarse al corazón, y se convierten en vasos venosos, que conducen la sangre de retroceso á un amplio espacio sanguíneo que rodea al corazón, seno pericardíaco, desde el cual llega á aquel órgano la sangre por los orificios venosos (decápodos, escorpiónidos, fig. 69).

En otros casos (*moluscos*) corre la sangre directamente desde el vaso aferente al corazón, con cuya pared está en inmediata comunicación la pared del vaso. Luego se distingue á más del ventrículo una aurícula (*atrium*) que forma parte del corazón para recibir la sangre (fig. 70). Los vasos que salen del ventrículo y llevan la sangre desde el corazón al resto del cuerpo se llaman *arterias*; los vasos de retroceso, caracterizados en los animales superiores por la flacidez de sus paredes, *venas*. Entre la terminación de las arterias y el principio de las venas se interpone la cavidad visceral á manera de saco sanguíneo, ó un sistema de lagunas: en una organización más

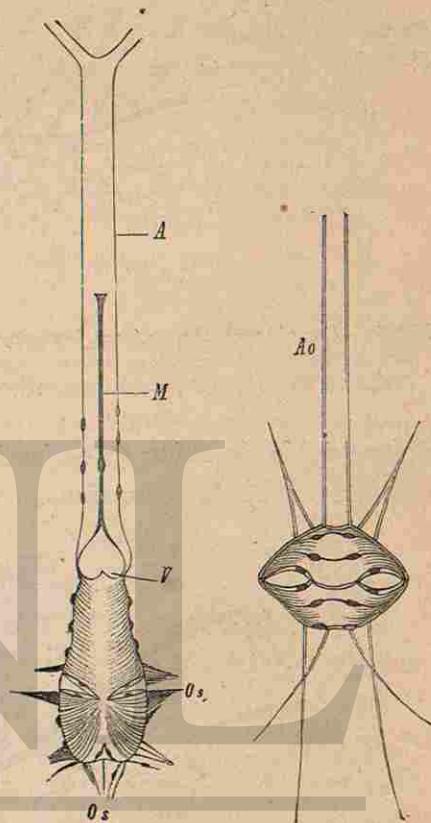


Fig. 67. - Corazón de un copépodo (*calanella*), con una arteria ascendente. A; Os, orificios; V, válvula en el orificio arterial; M, músculo.

Fig. 68. - Corazón de *gamasus*, según Winkler. Ao, aorta.

compleja las arterias y las venas están unidas por una red de conductitos finísimos como cabellos, llamados vasos capilares. Si este

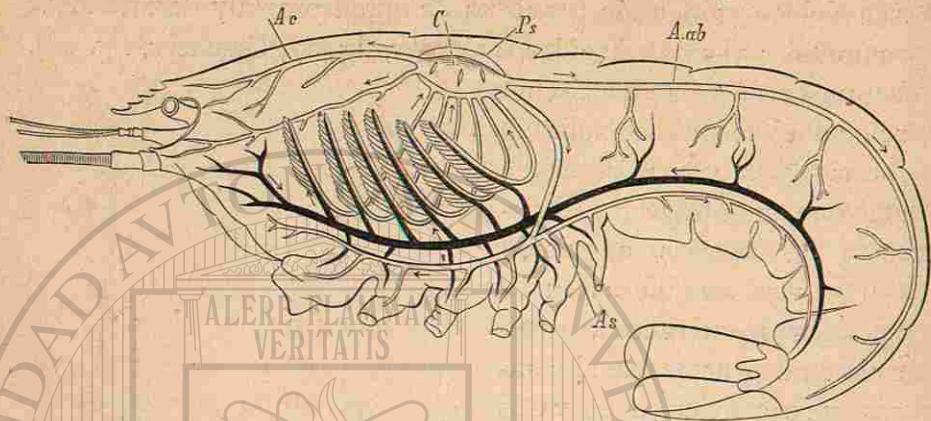


Fig. 69. - Corazón y vasos sanguíneos, juntamente con las branquias del cangrejo de río. C, corazón con tres pares de orificios en un seno sanguíneo á manera de bolsa; Ps; Ac, aorta cefálica; Aab, aorta abdominal; As, arteria esternal (la arteria hepática no está al descubierto).

último modo de unión se extiende á todo el sistema vascular, y la cavidad ha dejado de funcionar como seno sanguíneo, según sucede

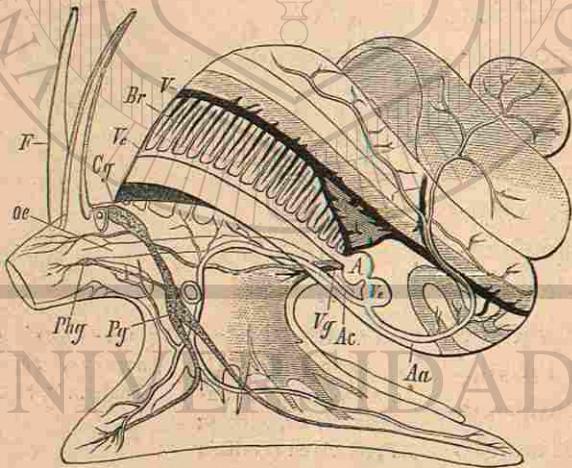


Fig. 70. Sistema nervioso y circulatorio de la paludina vivipara, según Leydig. F, tentáculos; Oe, esófago; Cg, ganglio cerebral con el ojo; Pg, ganglio pedio con vesícula auditiva adyacente (otocisto); Uj, ganglio visceral; Phg, ganglio faríngeo; A, atrio del corazón; V, ventrículo; A, aorta abdominal; Ac, aorta cefálica; V, venas; Vc, vena branquial; Br, branquias.

en los vertebrados, se dice que el sistema vascular está completamente cerrado, por más que esta idea esté limitada por la unión con el sistema vascular linfático y por el principio de los vasos linfáticos en forma de hendiduras del tejido conjuntivo y en espacios de la cavidad visceral revestidas de endotelio.

Por más que el vaso dorsal de los artrópodos

representa las más sencillas condiciones de conformación del corazón y sistema vascular, no se le puede considerar como punto

de partida del desarrollo de los órganos circulatorios de los metazoarios superiores. Este punto de partida ha de buscarse más bien en el aparato vascular de los *anélidos* producido por el mesodermo, que puede variar en términos tales que es difícil fijar su forma fundamental primitiva. Probablemente es referible ésta á un vaso dorsal medio que sale de la pared intestinal, se dirige por encima de ella (fig. 71) á lo largo del cuerpo, y se une por asas laterales á otro vaso que corre á lo largo del vientre.

Una porción contráctil del trayecto del vaso dorsal, ó asas laterales pulsatorias (corazones) sostienen el movimiento de la sangre en dirección de atrás adelante, é inversamente en el vaso ventral.

En los vertebrados aparece esparcido en gran extensión por el cuerpo el sistema vascular sanguíneo antes de que se vea desarrollar un segmento pulsatorio que funcione como corazón. De igual manera que en los anélidos, se encuentra también en los peces lanceolados (*Amphioxus*) junto al intestino un tronco vascular dorsal y otro ventral, unidos por numerosas asas transversales. También se ven en este caso porciones pulsatorias de este aparato vascular, sin que exista un corazón muscular independiente. Esta disposición de los troncos vasculares, que corresponde al aparato respiratorio formado por la porción faríngea del intestino ó saco branquial, permite compararlo directamente con el aparato vascular de los gusanos articulados y corresponde en su forma simplísimas al tipo de los animales vertebrados. El tronco longitudinal que pasa por debajo del saco respiratorio envía numerosos arcos vasculares, contráctiles en su origen, que suben junto á la pared de las branquias y de los cuales el par más anterior, detrás de la boca y por debajo de la cuerda, se une para formar la arteria del cuerpo (aorta descendente) que recibe los arcos vasculares sucesivos. La aorta envía á la musculatura de la pared del cuerpo y á las vísceras ramas, de

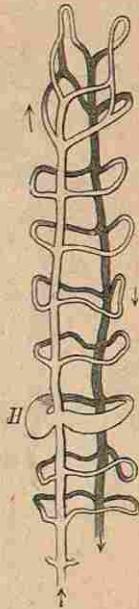


Fig. 71. - Segmento anterior del sistema vascular sanguíneo de un oligocetes (*sauris*), según Gegenbaur. En el vaso dorsal se mueve la sangre hacia adelante, y en el vaso ventral hacia atrás (véanse las flechas). H, asa transversal dilatada que hace de corazón.

las cuales pasa la sangre venosa á los vasos subintestinales, que en el hígado ó saco ciego del intestino se distribuye en un sistema capilar ó red capilar, y mediante una vena, la vena hepática, llevan la sangre de retroceso al tronco vascular ventral.

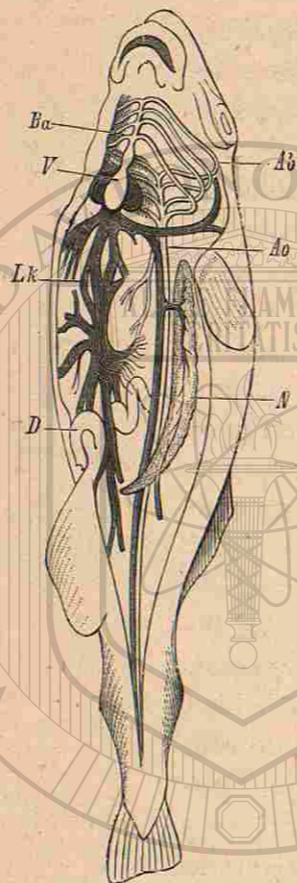


Fig. 72. — Órganos circulatorios de un pez óseo, representados esquemáticamente. *V*, ventrículo; *Ba*, bulbo aórtico con los arcos arteriales que llevan la sangre á las branquias; *Ao*, aorta descendente á la que afluyen las arterias epibranchiales *Ab*, procedentes de las branquias; *Dc*, conducto de Cuvier; *N*, riñones; *D*, intestino; *Lk*, circulación de la vena porta.

De la primera porción de este tronco se desarrolla en todos los demás vertebrados el tubo cardíaco, encorvado al principio en forma de S, y que más tarde toma una forma cónica y se divide en aurícula y ventrículo. La primera recibe la sangre que viene de retroceso de todo el cuerpo, y la conduce al ventrículo, más vigorosamente constituido, y del cual sale un vaso ascendente abultado en su raíz á manera de bulbo; este vaso, aorta ascendente con el bulbo aórtico, se comunica por medio de arcos laterales, arcos aórticos, con la aorta descendente que baja á lo largo de la columna vertebral. Unas válvulas situadas en los dos orificios del ventrículo marcan la dirección á la corriente sanguínea, impidiendo durante el diástole el retroceso de la sangre desde las arterias al ventrículo, y durante el sístole el de la sangre del ventrículo á la aurícula.

Por efecto de la interposición de los órganos respiratorios en el sistema de los arcos aórticos se complica en manera variable la conformación de estos arcos y la estructura del corazón. En los peces (fig. 72) se intercalan casi siempre cuatro ó cinco pares de branquias en el trayecto de los arcos aórticos, que se pierden en la red capilar respiratoria de las laminillas branquiales. La sangre arterializada en esta red, se reúne en arcos vasculares aferentes, llamados arte-

rias epibranchiales, que confluyen á la aorta descendente. El corazón es simple en este caso y recibe sangre venosa; pero en los teleosteros por una parte, y en los plagióstomos y ganoideos por otra, se conduce de diverso modo, en tanto que en el primer caso la aorta sale con un bulbo simple, al paso que en el segundo sale

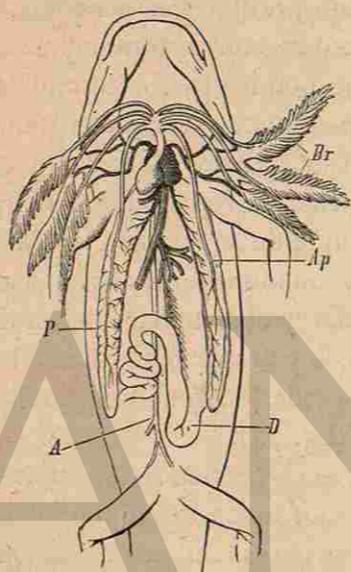


Fig. 73. — Branquias *Br* y sacos pulmonares *P* de perennibranchio. *Ap*, arteria pulmonar procedente del más inferior de los cuatro arcos vasculares. Los arcos restantes conducen á los tres pares de branquias; *A*, aorta; *D*, tramo intestinal.

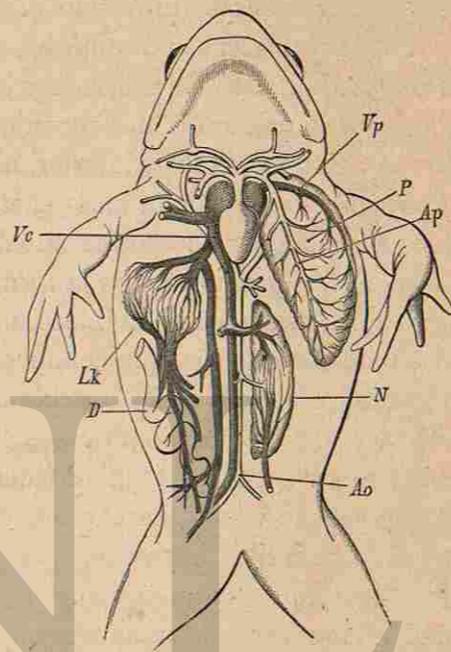


Fig. 74. — Órganos circulatorios de la rana. *P*, pulmón del lado izquierdo; el saco pulmonar del lado izquierdo ha sido eliminado; *Ap*, arteria pulmonar; *Vp*, vena pulmonar; *Vc*, vena cava; *Ao*, aorta descendente; *N*, riñón con la circulación de la porta; *D*, intestino; *Lk*, circulación de la porta en el hígado.

una porción pulsatoria del corazón en forma de cono arterioso con líneas longitudinales de válvulas en el interior.

Tan pronto como aparecen los pulmones como órganos de la respiración (dipnoos, perennibranchios, larvas de salamandras y batracios) (fig. 73), se complica la conformación del corazón con la división de la aurícula en dos partes, una derecha y otra izquierda, la última de las cuales recibe la sangre que después de arterializada en los pulmones es acarreada por las venas pulmonares. Se distin-

gue entonces una aurícula derecha y otra izquierda, cuyo tabique separatorio queda incompleto, excepto en los batracios, á causa de la existencia de lagunas. Del tronco de la aorta salen cuatro arcos vasculares, de los cuales los tres anteriores conducen á las branquias, y el posterior da como ramificaciones los vasos pulmonares aferentes (arterias pulmonares) y por regla general pierde la relación con la respiración branquial.

Al desaparecer las branquias, como sucede durante las metamorfosis de los salamandrinios y batracios, adquieren las arterias pulmonares un calibre más considerable y se convierten en prolongación del arco vascular inferior, al paso que los trozos terminales del mismo que terminan en la aorta descendente se quedan reducidos á conductos accesorios subalternos (*conducto de Botal*) ó se obliteran. Al propio tiempo la formación de un repliegue en la luz de la aorta ascendente establece un tabique de separación entre el arco vascular inferior, que conduce á los pulmones por el ventrículo la sangre venosa de la aurícula derecha, y el sistema superior de arcos vasculares que, como vasos cefálicos y arcos aórticos, conducen la sangre arterial de la aurícula izquierda (en realidad mezclada con sangre venosa en el ventrículo) (fig. 74).

En los reptiles, cuyos arcos vasculares se pueden reducir á tres pares, por más que en el embrión, como en todos los amniotas, se pueden comprobar los rudimentos de seis pares, se hace más completa la separación de las dos clases de sangre á causa de que en el ventrículo se desarrolla un tabique divisorio, siquiera sea incompleto, que prepara la separación de dos recintos ventriculares, uno derecho y otro izquierdo. La formación simultánea de pliegues en la luz del tronco aórtico determina la división de éste en tres, de los cuales uno comunica con el ventrículo izquierdo y se convierte en arco derecho de la aorta, juntamente con los vasos cefálicos (carótidas), al paso que el tronco arterial que conduce al arco izquierdo, así como el tronco de las arterias pulmonares, sólo recibe sangre venosa del ventrículo derecho (fig. 75). El tabique interventricular, y la consiguiente separación entre los ventrículos derecho é izquierdo, no es completa hasta los cocodrilos, en los cuales el arco arterial derecho sale también del ventrículo izquierdo. Pero la separación de las dos clases de sangre tampoco se hace por com-

pleto, primero porque en el tabique de los troncos aórticos derecho é izquierdo hay una perforación (*foramen Panizzae*) que permite

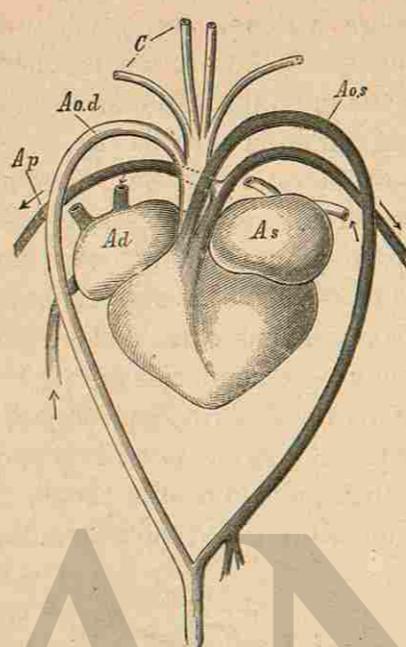


Fig. 75. - Corazón y troncos vasculares de una tortuga. *Ad*, aurícula derecha; *As*, aurícula izquierda; *Ao.d*, arco aórtico derecho; *Ao.s*, arco aórtico izquierdo; *Ao*, aorta descendente; *C*, vasos cefálicos; *Ap*, arterias pulmonares.

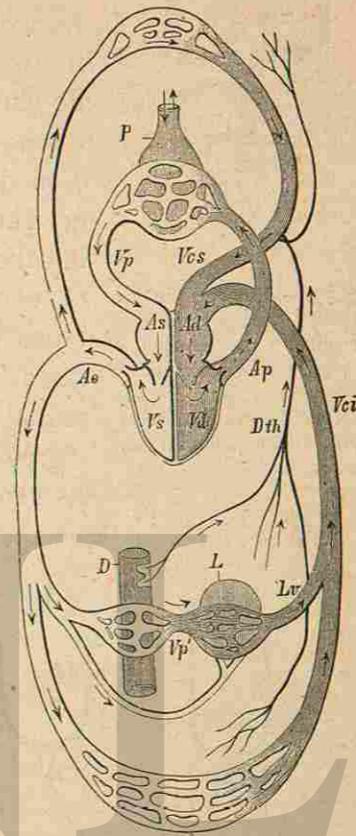


Fig. 76. - Representación esquemática del corazón completamente dividido en derecha é izquierda, y de la doble circulación, según Huxley. *Ad*, aurícula derecha, con las venas cavas superior é inferior; *Ves*, *Vei*, conducto torácico como tronco principal de los vasos linfáticos y quilliferos; *Vd*, ventrículo derecho; *Ap*, arteria pulmonar; *P*, pulmón; *Vp*, vena pulmonar; *As*, aurícula izquierda; *Vs*, ventrículo izquierdo; *Ao*, aorta; *D*, intestino; *L*, hígado; *Vp'*, vena porta; *Lv*, vena hepática.

la comunicación, y después por la reunión de los arcos aórticos derecho é izquierdo en la aorta descendente.

Sólo en los pájaros y mamíferos, cuyo corazón está, como el de los cocodrilos, dividido en dos porciones, derecha é izquierda (fig. 76), aparece completamente realizada la separación de las dos clases de sangre. En los pájaros persiste el arco aórtico derecho, en tanto que el izquierdo se atrofia; en los mamíferos, por el contrario, es el izquierdo el que subsiste y se convierte en aorta descendente (fig. 77).

El sistema venoso que trae al corazón la sangre de retroceso es par en su esbozo embrionario y se compone (en los peces durante toda la vida) de dos troncos anteriores y dos posteriores, que por un tronco transversal de cada lado (conducto de Cuvier) se unen en un seno común y mediante él desaguan en la aurícula (fig. 78, a). Los dos vasos anteriores (*J*) se convierten en venas yugulares y recogen la sangre de la cabeza, al paso que por las dos posteriores (*c*) venas cardinales vuelve la sangre de las paredes del cuerpo y de una parte de las vísceras, así como la sangre conducida por la vena caudal al sistema de la porta renal (fig. 72). Agrégase además el sistema, par ó impar, de las venas hepáticas, que recibe la sangre de la vena subintestinal que aparece muy al principio (antes de la for-

Fig. 77. - Esquema de los troncos vasculares de los mamíferos con relación á los seis arcos vasculares embrionarios. *c*, carótidas; *A*, aorta; *Aa*, cayado aórtico; *Ap*, arteria pulmonar; *S*, subclavias.

la vena subintestinal que aparece muy al principio (antes de la for-

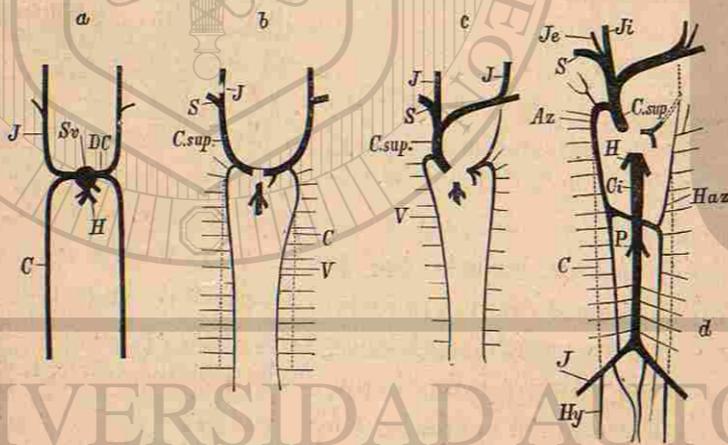


Fig. 78. - a, esquema del sistema venoso embrionario; *J*, vena yugular; *C*, vena cardinal; *DC*, conducto de Cuvier; *H*, venas hepáticas; *Sv*, seno venoso. - b, esquema de las venas pares primitivas en los mamíferos; *C.s.*, vena cava superior; *S*, vena subclavia. - c, esquema de las venas pares primitivas de los mamíferos en su grado más avanzado de desarrollo. - d, esquema de los troncos principales del sistema venoso del hombre. La vena yugular izquierda está en comunicación con la derecha por un tronco transversal; *Ji*, vena yugular interna; *Je*, vena yugular externa; *Ci*, vena cava inferior; *H*, vena hepática; *Az*, vena ázigos; *Haz*, vena semiázigos; *R*, vena renal; *I*, vena ilíaca; *Hy*, vena hipogástrica (según Gegenbaur).

mación de las venas cardinales, amphioxus), en unión con los vasos onfalo-mesentéricos y con las de la vena porta hepática procedentes de las anteriores.

En los anfibios, reptiles y pájaros, el sistema de las venas cardinales retrograda en proporción variable, hasta quedar reducido á venas tenues que desaguan en las yugulares del lado correspondiente. Más tarde la sangre de las venas del lado izquierdo pasa por una anastomosis á las del derecho, y cesa la unión con la vena yugular izquierda. Las prolongaciones de las dos venas yugulares, después de recibir las *subclavias* que vienen de los miembros anteriores forman las venas cavas superiores. En los mamíferos se reducen del mismo modo las venas cardinales posteriores en beneficio del sistema de la vena cava inferior. Las venas cardinales posteriores no parecen ser más que ramificaciones de las venas cavas superiores procedentes de las venas yugulares y de los conductos de Cuvier (fig. 78 b). En la mayoría de los placentarios, la sangre de la vena superior izquierda pasa por una anastomosis transversal á la derecha, que es la única que persiste como vena cava superior, al paso que la izquierda sufre una reducción muy considerable (figura 78 c; y en último extremo, cuando la sangre de la vena cardinal izquierda (*vena semiázigos*) desagua en la derecha (*vena ázigos*) por un conducto transversal (fig. 78 d), queda reducida al seno de la vena coronaria del corazón (primatos).

En los amniotas, y ya en los anfibios, experimenta un desarrollo considerable el sistema venoso impar, que recibe principalmente la circulación de la vena porta hepática. En esto consiste la diferencia principal del sistema venoso de los anfibios y vertebrados superiores respecto del de los peces. En lugar de la vena hepática que en éstos desagua en el seno venoso común de la aurícula, aparece una vena cava inferior que como continuación de las venas renales eferentes (venas renales revehentes) recibe la sangre de las venas suprahepáticas y la conduce al seno venoso del corazón (figura 74). La vena en cuestión tiene origen independiente en su porción anterior, al paso que la parte posterior resulta de la fusión de la porción renal primitiva en las dos venas cardinales. En los mamíferos es únicamente la porción venal primitiva de la vena cardinal derecha la que llega á formar la parte posterior de la vena cava inferior. En los peces existe un sistema de la vena porta renal, que se presenta también en los anfibios y reptiles (exceptuando la tortuga) y recibe la sangre de la región posterior del

cuerpo (extremidades y cola) de cada lado por medio de venas aferentes (venas advehentes) (fig. 74) El sistema de la vena cava inferior se completa todavía más por la aparición de las venas alantoideas (venas umbilicales) en las que desaguan venas de la pared abdominal, y por el desarrollo de una vena abdominal (*vena epigástrica*), que recoge la sangre de la vejiga urinaria y de las extremidades posteriores. En los mamíferos que, como los pájaros, no tienen sistema de la vena porta renal, la vena cava inferior se une con el tronco de las venas umbilicales, de las cuales la del lado derecho desaparece pronto. En el extremo posterior de la vena cava desembocan, después de la regresión de las venas cardinales, las venas de la cola, de los miembros posteriores y de la pelvis, y más adelante por arriba las venas intercostales de la región lumbar y las venas renales.

En los vertebrados la sangre y el quilo difieren entre sí esencialmente por el color y la constitución química, y existe un sistema especial de *vasos quilíferos* y *linfáticos* que empiezan en forma de lagunas, sin paredes, entre los tejidos, y reconstituyen la sangre mediante la absorción del líquido nutritivo (quilo) proveniente del intestino y de los jugos (linfa) trasudados en el tejido por los capilares. Los espacios, revestidos de endotelio, del interior, como las cavidades abdominal y torácica, pueden ser considerados como cavidades interpuestas en el sistema vascular linfático, y de aquí que estrictamente hablando no se puede asegurar que el sistema vascular sanguíneo esté completamente cerrado en los vertebrados. Los órganos glandulares interpuestos en el trayecto de las vías linfáticas y quilíferas, en los cuales la linfa pura recibe sus elementos figurados (corpúsculos del quilo, células blancas de la sangre), son conocidos con el nombre de glándulas linfáticas (bazo, glándulas vasculares sanguíneas).

ÓRGANOS DE LA RESPIRACIÓN

Además de la renovación constante sostenida por el ingreso de jugos nutritivos, necesita la sangre para sostener sus cualidades el flujo continuado de un gas, el *oxígeno*, á cuya absorción va unida la eliminación simultánea de *ácido carbónico* y vapor de agua.

El cambio de ambos gases entre la sangre del cuerpo animal y el medio exterior es el proceso esencial de la respiración externa, y se ejecuta por órganos adecuados para respirar en el aire ó en el agua. En la forma más sencilla, toda la cubierta exterior del cuerpo ejecuta el cambio de ambos gases, y aun en los seres dotados de órganos respiratorios especiales contribuye la piel á la respiración. En ella pueden también tomar parte algunas superficies internas, como algunas porciones de la pared intestinal.

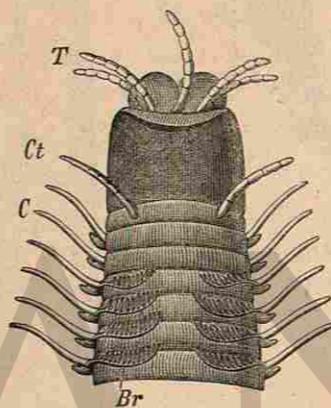


Fig. 79. - Cabeza y segmentos anteriores del cuerpo de un *cunice*, visto por el dorso. *T*, tentáculos ó antenas del lóbulo frontal; *Ct*, cirros tentaculares; *C*, cirros de los parapodios; *Br*, apéndices branquiales de los parapodios.

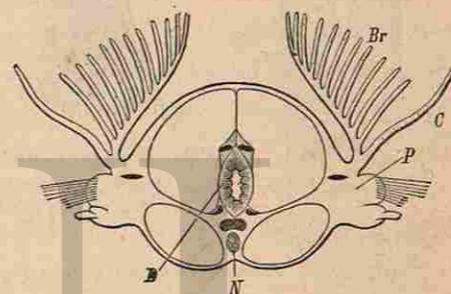


Fig. 80. - Corte transversal de un segmento del cuerpo de un *cunice*. *Br*, apéndices branquiales; *C*, cirros; *P*, parapodios con haces de filamentos sedosos; *D*, intestino; *N*, sistema nervioso.

La respiración en el agua es naturalmente más desfavorable para la absorción de oxígeno que la respiración directa en el aire, porque sólo puede utilizar las pequeñas cantidades de oxígeno que se hallan disueltas en el agua. Por eso esta forma de respiración se encuentra en animales de nutrición poco vigorosa y de vida inferior (anélidos, moluscos, decápodos, peces). Los órganos de la respiración acuática son apéndices exteriores, de forma lo más aplanaada posible, que se componen de tubos simples en forma de borla ó de ramificación dentrítica (figs. 79 y 80), ó de hojillas lanceoladas íntimamente próximas entre sí y que forman una extensa superficie (fig. 81). Los órganos de la respiración aérea se desarrollan á manera de invaginaciones en el interior del cuerpo, y ofrecen

cuerpo (extremidades y cola) de cada lado por medio de venas aferentes (venas advehentes) (fig. 74) El sistema de la vena cava inferior se completa todavía más por la aparición de las venas alantoideas (venas umbilicales) en las que desaguan venas de la pared abdominal, y por el desarrollo de una vena abdominal (*vena epigástrica*), que recoge la sangre de la vejiga urinaria y de las extremidades posteriores. En los mamíferos que, como los pájaros, no tienen sistema de la vena porta renal, la vena cava inferior se une con el tronco de las venas umbilicales, de las cuales la del lado derecho desaparece pronto. En el extremo posterior de la vena cava desembocan, después de la regresión de las venas cardinales, las venas de la cola, de los miembros posteriores y de la pelvis, y más adelante por arriba las venas intercostales de la región lumbar y las venas renales.

En los vertebrados la sangre y el quilo difieren entre sí esencialmente por el color y la constitución química, y existe un sistema especial de *vasos quilíferos* y *linfáticos* que empiezan en forma de lagunas, sin paredes, entre los tejidos, y reconstituyen la sangre mediante la absorción del líquido nutricio (quilo) proveniente del intestino y de los jugos (linfa) trasudados en el tejido por los capilares. Los espacios, revestidos de endotelio, del interior, como las cavidades abdominal y torácica, pueden ser considerados como cavidades interpuestas en el sistema vascular linfático, y de aquí que estrictamente hablando no se puede asegurar que el sistema vascular sanguíneo esté completamente cerrado en los vertebrados. Los órganos glandulares interpuestos en el trayecto de las vías linfáticas y quilíferas, en los cuales la linfa pura recibe sus elementos figurados (corpúsculos del quilo, células blancas de la sangre), son conocidos con el nombre de glándulas linfáticas (bazo, glándulas vasculares sanguíneas).

ÓRGANOS DE LA RESPIRACIÓN

Además de la renovación constante sostenida por el ingreso de jugos nutricios, necesita la sangre para sostener sus cualidades el aflujo continuado de un gas, el *oxígeno*, á cuya absorción va unida la eliminación simultánea de *ácido carbónico* y vapor de agua.

El cambio de ambos gases entre la sangre del cuerpo animal y el medio exterior es el proceso esencial de la respiración externa, y se ejecuta por órganos adecuados para respirar en el aire ó en el agua. En la forma más sencilla, toda la cubierta exterior del cuerpo ejecuta el cambio de ambos gases, y aun en los seres dotados de órganos respiratorios especiales contribuye la piel á la respiración. En ella pueden también tomar parte algunas superficies internas, como algunas porciones de la pared intestinal.

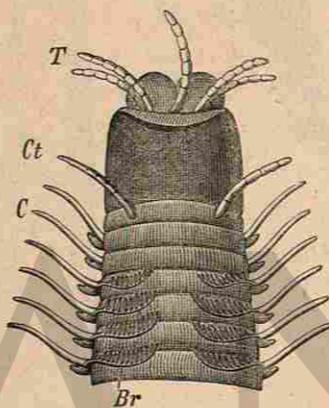


Fig. 79. - Cabeza y segmentos anteriores del cuerpo de un *cunice*, visto por el dorso. *T*, tentáculos ó antenas del lóbulo frontal; *Ct*, cirros tentaculares; *C*, cirros de los parapodios; *Br*, apéndices branquiales de los parapodios.

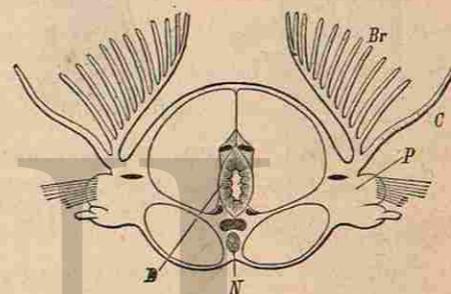


Fig. 80. - Corte transversal de un segmento del cuerpo de un *cunice*. *Br*, apéndices branquiales; *C*, cirros; *P*, parapodios con haces de filamentos sedosos; *D*, intestino; *N*, sistema nervioso.

La respiración en el agua es naturalmente más desfavorable para la absorción de oxígeno que la respiración directa en el aire, porque sólo puede utilizar las pequeñas cantidades de oxígeno que se hallan disueltas en el agua. Por eso esta forma de respiración se encuentra en animales de nutrición poco vigorosa y de vida inferior (anélidos, moluscos, decápodos, peces). Los órganos de la respiración acuática son apéndices exteriores, de forma lo más aplanaada posible, que se componen de tubos simples en forma de borla ó de ramificación dentrítica (figs. 79 y 80), ó de hojillas lanceoladas íntimamente próximas entre sí y que forman una extensa superficie (fig. 81). Los órganos de la respiración aérea se desarrollan á manera de invaginaciones en el interior del cuerpo, y ofrecen

también las condiciones de una acción superficial considerable para el cambio endosmótico entre el aire y los gases de la sangre. Son unas veces *pulmones* y otras *tráqueas*. En el primer caso son sa-

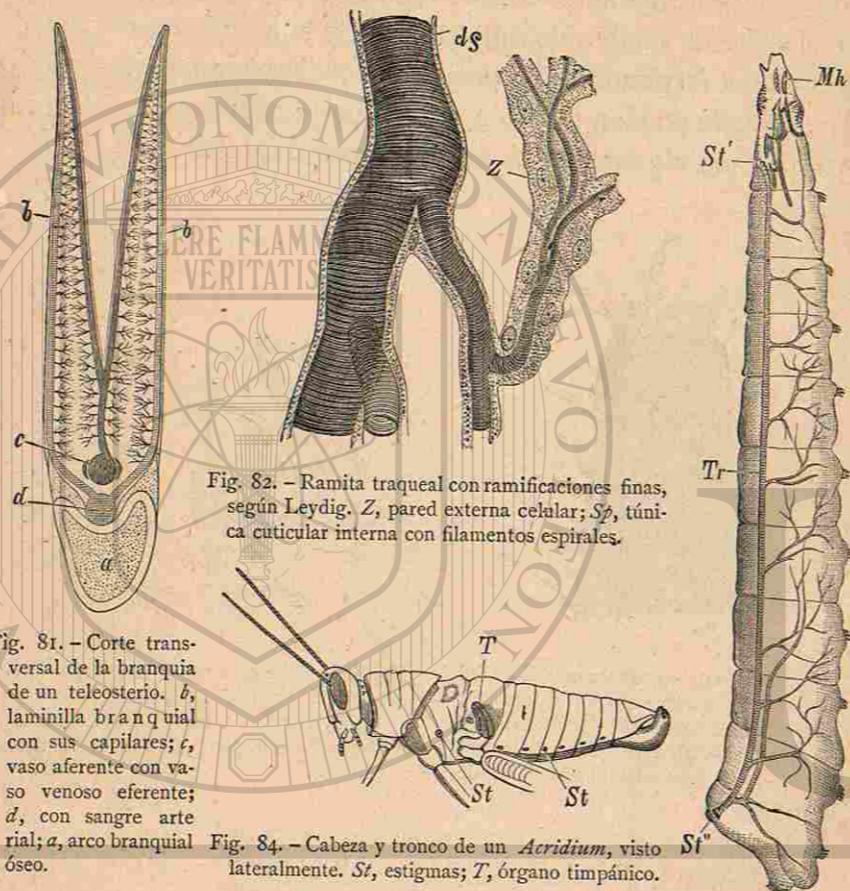


Fig. 81. - Corte transversal de la branquia de un teleostero. *b*, laminilla branquial con sus capilares; *c*, vaso aferente con vaso venoso eferente; *d*, con sangre arterial; *a*, arco branquial óseo.

Fig. 82. - Ramita traqueal con ramificaciones finas, según Leydig. *Z*, pared externa celular; *Sp*, túnica cuticular interna con filamentos espirales.

Fig. 84. - Cabeza y tronco de un *Acridium*, visto lateralmente. *St*, estigmas; *T*, órgano timpánico.

cos espaciosos (vertebrados) con paredes alveolares ó esponjosas entrecruzadas de numerosos tabiques ó trabéculas, que sostienen una red extremadamente rica en capilares.

Las *tráqueas* (fig. 82) forman un sistema de conductos ramificados por todo el cuerpo, que conducen el aire á todos los órganos. En los pulmones la respiración está localizada; en las tráqueas, por el contrario, se extiende á todos los tejidos y órganos del cuerpo. La respiración externa, ó sea el ingreso del oxígeno en la sangre, va unida

Fig. 83. - Sistema traqueal de una larva de mosca. *Tr*, tronco longitudinal del lado derecho con los hacillos de los segmentos; *St'* y *St''*, estigmas anterior y posterior; *Mb*, ganchos bucales.

á la respiración interna, ó respiración en los tejidos que están envueltos en finísimas redes traqueales. Las tráqueas se acercan á los pulmones en la modificación llamada *tráqueas en forma de abanico*

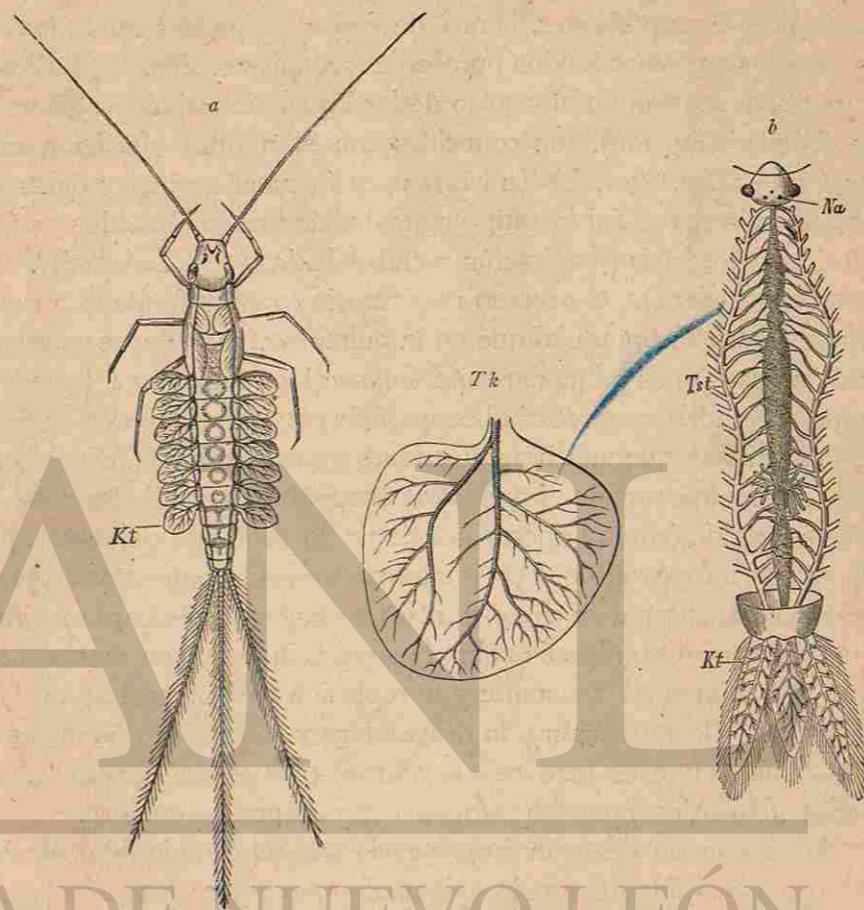


Fig. 85. - *a*, larva de Efémera con siete pares de branquias traqueales; *Kt*, vista con lente de aumento; *Tk*, branquia traqueal aislada, á grande aumento (sin laminillas accesorias). - *b*, sistema traqueal de una larva de agrión, según L. Dufour; *Tst*, troncos traqueales á los lados del tubo digestivo; *Kt*, tráqueas branquiales; *Na*, los tres puntos oculares.

(arañas), en las que los tubos, sin formar ramificaciones, se amplían formando láminas huecas. Los órganos de la respiración aérea comunican con el exterior por medio de aberturas de la pared del cuerpo, que en las tráqueas se repiten en gran número y simétricamente pareados á los lados del cuerpo (estigmas de los insectos, arañas) (figs. 83 y 84), y en los pulmones de los vertebrados son en

número limitado, y empiezan en cavidades avanzadas y dispuestas para muchos trabajos accesorios (fosas nasales). Los insectos que viven en el agua pueden, no obstante, carecer de aberturas de entrada en las tráqueas, y entonces reciben el oxígeno del agua por apéndices branquiformes, llenos de redes traqueales muy densas y situados en determinados puntos del organismo. Estos apéndices, que se encuentran en el cuerpo de las larvas de farigánea, efémera y libélulas (*Agrion*), son conocidas con el nombre de *branquias traqueales* (fig. 85 a, b.) En casos poco frecuentes pueden desarrollarse en la pared del intestino recto, hallándose así situados en una cavidad protectriz (respiración rectal del *Aeschna*, *Libellula*).

Por lo demás, el proceso respiratorio es en el fondo el mismo en la superficie branquial que en la pulmonar. Cuando se observa en los gasterópos pulmonares (*Limnaeus*) que una vez llena de agua la cavidad respiratoria la superficie respiratoria ejerce su función lo mismo que una branquia, tanto en estado joven, como permanentemente cuando el animal se encuentra en condiciones especiales de vida (como la permanencia en lo profundo del agua), no se encuentra extraño que de igual manera las branquias y vegetaciones cutáneas que en circunstancias normales sirven para respirar en el agua se conduzcan como la superficie pulmonar, con tal de que una humedad constante y la repleción sanguínea interna las defiendan de la retracción y la desecación, y se explica que los animales que en este caso se encuentran (cangrejos, *Birgus latro*, peces laberínticos) puedan permanecer y respirar en el aire.

Es condición de gran importancia para el cambio de gases la renovación rápida del medio oxigenado que rodea las superficies respiratorias. Por eso encontramos disposiciones especiales destinadas á alejar el aire ó el agua cuyo oxígeno ha sido ya utilizado y está saturado de ácido carbónico, á la vez que á procurar el acceso de nuevas cantidades del medio respiratorio que contengan oxígeno y estén exentas de ácido carbónico. En el caso más sencillo se puede efectuar, aunque incompletamente, esta renovación por el solo movimiento del cuerpo, ó por las continuas oscilaciones de los apéndices branquiales; cuando las superficies respiratorias están próximas á la boca, estos movimientos pueden contribuir á atraer las substancias alimenticias. De esta manera sirven de órganos

respiratorios los tentáculos de algunos animales sedentarios (briózoos, braquiópodos, tubícolas, etc.). Con mucha frecuencia aparecen las branquias como apéndices de los órganos de locomoción, como las nadaderas ó las patas (crustáceos, anélidos), cuyos movimientos sostienen la renovación del medio respiratorio en las superficies branquiales. Los movimientos se hacen más complicados cuando las branquias están alojadas en cavidades especiales (peces, decápodos) ó cuando los órganos respiratorios, como sucede con las tráqueas y pulmones, están situados en el interior del cuerpo, y por medio de movimientos de respiración más ó menos uniformemente repetidos se llenan de aire puro. En uno y otro caso la renovación del medio respiratorio está regulada por ciertos movimientos llamados movimientos respiratorios, que rítmicamente amplían ó reducen la capacidad del ámbito aéreo. A estos movimientos, visibles en los animales que respiran en el aire, es á los que se aplica preferentemente el nombre de *respiración*, que se hace extensivo secundariamente al proceso endosmótico de absorción y consumo de oxígeno dependiente de la entrada y salida del aire, y tomado en este sentido estricto resulta menos adecuado cuando se habla de los movimientos respiratorios de animales provistos de branquias, pues que en ellos es cuestión de entrada y salida de agua.

En los animales superiores de sangre roja es tan notable la diferencia de cualidades de la sangre antes y después de su paso por los órganos respiratorios, que por solo el color se conoce la sangre que contiene ácido carbónico y la que contiene oxígeno. La primera es de un color rojo obscuro y se le da indebidamente el nombre de sangre venosa; la que sale de las branquias ó pulmones tiene un color rojo claro intenso y la llamamos sangre arterial. Así como en sentido anatómico se emplean los adjetivos *venoso* y *arterial* para designar la naturaleza de los vasos, según que llevan la sangre al corazón ó la reciben de este órgano, empleamos los mismos calificativos en el sentido fisiológico para designar las dos clases de sangre, antes y después de su paso por los órganos respiratorios; pero como éstos pueden estar intercalados entre vasos venosos ó arteriales, ha de haber necesariamente en el primer caso vasos venosos que conduzcan sangre arterial (moluscos, ver-

tebrados), y en el segundo vasos arteriales que conduzcan sangre venosa.

La intensidad de la respiración está en razón directa con la energía de la nutrición. Los animales que tienen respiración branquial y absorben escasa cantidad de oxígeno no están en situación de quemar grandes cantidades de substancias orgánicas, y no pueden transformar en fuerza viva más que una corta cantidad de fuerzas en tensión. Por esta razón sólo producen una cantidad relativamente escasa de trabajo muscular y nervioso, y desarrollan en reducida escala los movimientos moleculares que se manifiestan en forma de calor. Los animales que producen poco calor, cuya fuente está en la actividad de los tejidos y no en los órganos respiratorios, como se creía antes equivocadamente, no pueden conservar su calor propio independientemente de la influencia de la temperatura del medio exterior. Otro tanto puede decirse de los animales de respiración aérea, que por más que tengan una nutrición enérgica y una calorificación abundante, por razón de su escasa magnitud, ofrecen una gran superficie á la irradiación del calor (insectos). En el cambio constante de calor entre el cuerpo animal y el medio ambiente, la temperatura de éste regula en los animales á que nos referimos la del cuerpo animal, y éste sube y baja según que sube ó baja la temperatura exterior. En razón de esta variabilidad se da á la mayor parte de los animales inferiores el nombre de *animales de temperatura variable* (1), ó más impropriamente el de *animales de sangre fría*. Los animales superiores que gracias al considerable desarrollo de sus órganos respiratorios y á su enérgica nutrición producen una gran cantidad de calor, y están defendidos de una irradiación rápida por la magnitud de su cuerpo, y por los pelos ó plumas que cubren su piel, pueden conservar una parte del calor producido independientemente de la elevación ó descenso de la temperatura del medio ambiente; son, en una palabra, animales de *temperatura constante*. Como para que los fenómenos vitales se ejecuten normalmente, y para que la vida se sostenga, es condición necesaria en estos animales que

(1) Véase Bergmann, *Ueber die Verhältnisse de Wärmeökonomie der Thiere, zu ihrer Grösse*, Göttinger Studien, 1847; y Bergmann y Leuckart, *Anatomische-physiologische Uebersicht des Thierreiches*, Stuttgart, 1852.

tengan una temperatura propia elevada y sólo variable en reducidos límites, es necesario que el organismo tenga en sí mismo una serie de reguladores que al elevarse la temperatura del medio ambiente pueda disminuir la producción del calor propio (moderando la nutrición) ó aumentar la irradiación del calor (evaporación de las secreciones de las glándulas sudoríparas, refrigeración en el agua) para rebajar su temperatura, ó á la inversa, cuando baja la temperatura exterior aumentar la producción térmica (mayor actividad nutritiva por el aumento de ingestión de substancias nutritivas, movimiento) ó desarrollo de medios protectores para disminuir la pérdida de calor. Cuando faltan las condiciones para que estos reguladores sean eficaces (escasez de alimentación, pequeña magnitud del cuerpo sin salvaguardia protectora), hallamos un correctivo para la conservación de la vida en el sueño invernal (sueño estival) y cuando el organismo no soporta un descenso temporal de la actividad asimilativa en los notables fenómenos de la emigración (pájaros emigrantes).

Los órganos respiratorios ocupan un término medio entre los órganos de la nutrición y los de la excreción, puesto que absorben oxígeno y eliminan ácido carbónico. Además de este gas son eliminadas un cierto número de substancias excrementicias que desde todos los puntos del cuerpo pasan á la sangre, y salen de ella casi siempre en forma líquida. De esta función están encargados los *órganos excretorios*, glándulas de estructura simple ó complicada que, formada por invaginaciones de la piel exterior ó de la pared intestinal, ó procedentes del mesodermo, pueden referirse á la forma de tubos simples ó ramificados.

Organos urinarios. — Entre las múltiples substancias que son eliminadas de la sangre con el auxilio del revestimiento epitelial de las paredes glandulares, y á veces se aplican á funciones accesorias, tienen particular importancia los productos nitrogenados de descomposición. Los órganos encargados de eliminar estos últimos productos del cambio de materiales en el organismo son los *órganos urinarios* ó *riñones*. Representados en su grado mínimo por la vacuola pulsatoria, aparecen sustituidos en los celenterados por grupos de células endodérmicas, en que se depositan concreciones que más tarde quedan en libertad. Estos grupos celulares están

acumulados en elevaciones papiliformes abiertas por sus poros (vaso anular del *Aequorea*). En los equinodermos representan el

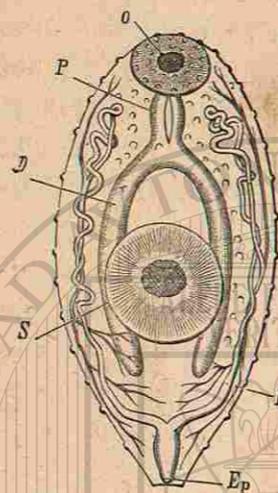


Fig. 86. - Distoma joven, según La Valette. *Ex*, tronco del sistema de vasos acuíferos; *Ep*, poro excretor; *O*, abertura bucal con ventosa; *S*, ventosa del centro del abdomen; *P*, faringe; *D*, rama intestinal.

órgano urinario apéndices en el recto (tubos interradales de los asteroides). Con justa razón se consideran con igual destino los apéndices glandulares de Tiedemann en el anillo vascular acuífero de la estrella de mar, y en los gusanos los *vasos acuíferos*. Forman estos últimos un sistema de canales ramificados que toman su origen en el tejido parenquimatoso, ó en la cavidad visceral, por finísimos embudos ciliados interiormente. En el último caso empiezan los *embudos vibrátiles* por regla general con una abertura ancha. Pueden, sin embargo, estar cerrados los embudos y marcar el origen de los conductillos acuíferos unos lobulillos vibrátiles. En los gusanos planos constituyen el aparato excretor dos troncos laterales que se abren en el polo posterior del cuerpo por una porción terminal en forma de vejiga (vejiga contráctil) (fig. 86).

En los anélidos se repiten los riñones pares en cada segmento, y se les da el nombre de conductos en lazo ú *órganos segmentarios* (figuras 87 y 88). En los cétópodos pueden desempeñar también la expulsión de los productos sexuales.

En el orden de los artrópodos se mantienen los órganos segmentarios, y en su máxima plenitud en los onicóforos (*Peripatus*), en que se repite en todos los segmentos; pero en vez de empezar por embudo abierto tienen el extremo

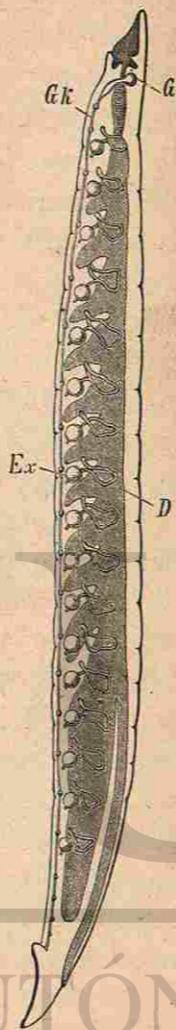


Fig. 87. - Corte longitudinal de una sanguijuela, según Rud. Leuckart. *D*, conducto intestinal; *Gk*, cerebro; *Ex*, conductos excretorios (*órganos segmentarios*).

cerrado. De igual manera son derivados de los órganos segmentarios las *glándulas de las antenas* y las glándulas del caparazón de los crustáceos, que empiezan también por un extremo cerrado en la cavidad del cuerpo y forman un conducto largo, arrollado y que desagua por un orificio. Los órganos urinarios de los moluscos se pueden incluir entre los órganos segmentarios, tanto los órganos

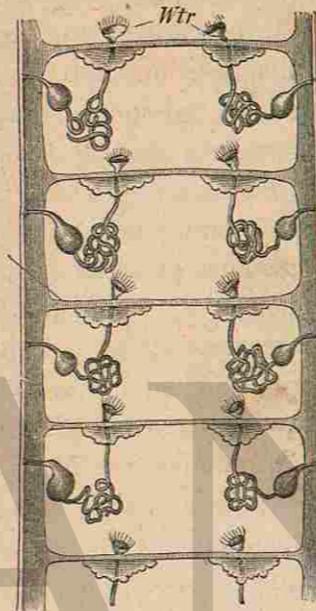


Fig. 88. - Representación esquemática de los órganos segmentarios de un anélido, según C. Semper. *Ds*, tabique divisorio de los segmentos; *Wtr*, embudo vibrátil que conduce al conducto arrollado glomeruliforme.

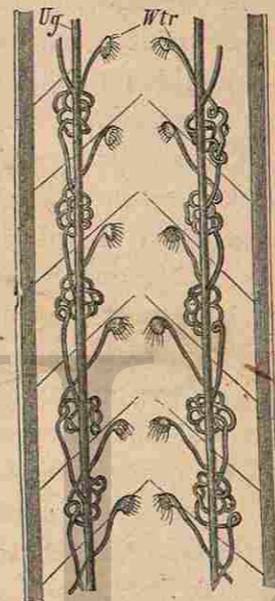


Fig. 89. - Representación esquemática de los órganos segmentarios de un embrión de lija, según C. Semper. *Vtr*, embudo vibrátil; *Ug*, conducto urinario.

pares de Bojanus y los sacos urinarios de los cefalópodos, como los sacos renales impares de los caracoles que comunican por una abertura con la pared pericárdica de la cavidad del cuerpo. En los artrópodos de respiración aérea, son los órganos urinarios conductos accesorios del intestino terminal, que se conocen con el nombre de *vasos de Malpighio* (fig. 90). En la clase de los vertebrados llegan los riñones á su mayor independencia y desaguan en aberturas especiales, por regla general juntos con el aparato genital. También en este caso se indican estos órganos por conductos arrollados

en forma de lazo, con aberturas infundibuliformes, que empiezan en la cavidad visceral (embriones de lija) (fig. 89).

Estos primeros esbozos de riñón (riñones precursores) en los vertebrados no desembocan como los órganos segmentarios de los anélidos cada uno de por sí en un orificio lateral, sino que afluyen en cada mitad del cuerpo á un conducto común que conduce al intestino terminal, y ofrecen además la particularidad, característica de los vertebrados, de formar en su trayecto los corpúsculos de Malpigio, es decir, unas dilataciones capsulares en cuyo interior se halla contenido un ovillo de vasos arteriales (glomérulo) (fig. 91).

Los riñones de los vertebrados que se forman, como los órganos genitales del mesodermo, en la pared dorsal del cuerpo, recorren múltiples fases distintas de evolución en los peces, anfibios y amniotas hasta la aparición de los riñones permanentes, cuyos conductos excretores ó uréteres se unen á los conductos de las glándulas sexuales. Para la función secretoria de las glándulas es el hecho de mayor importancia que mientras en los corpúsculos de Malpigio se filtran aguas con sales fácilmente solubles por el intermedio del ovillo vascular arterial, los túbulos arrollados de los conductitos urinarios expelen urea y sales úricas. Paralelamente á esta diferencia se presenta una manera notable de conducirse ambas partes del riñón respecto de dos sustancias colorantes, el carminato amónico y el sulfindigato sódico (indigocarmín); el primero de estos reactivos es eliminado por los corpúsculos de Malpigio, y el segundo por los conductos urinarios. En los órganos excretorios que funcionan como riñones en los invertebrados presentan ambas sustancias análogas condiciones. El saco terminal de las glándulas de las antenas y del caparazón de los crustáceos se conduce para la eliminación del carmín como los corpúsculos de Malpigio, y el conducto arrollado como los túbuli contorti para el indigocarmín. En los insectos las células de los vasos de Malpigio segregan indigocarmín, al paso que el carmín es extraído de la sangre en los grupos de células pericardiacas. En los moluscos eliminan indigocarmín á la vez que concreciones urinarias los sacos urinarios de los cefalópodos en las células de los apéndices venosos, los moluscos en las del órgano de Bojanus y los gasterópodos en las de los tubos renales. Los apéndices de las aurículas y de las glándu-

las pericardiacas son en estos casos los que toman de la sangre el carminato amónico (1).

La superficie exterior del cuerpo desempeña con frecuencia algunas secreciones especiales que cumplen importantes servicios en la economía animal, y sirven de medio de protección y defensa.

Análogas funciones accesorias están encomendadas á excreciones producidas por glándulas situadas al principio ó al fin del tubo intestinal (glándulas salivales, glándulas de veneno, glándulas de la seda, glándulas anales) (fig. 90).

Corresponden á la categoría de glándulas cutá-

neas en primer término las glándulas sudoríparas y sebáceas de los mamíferos, de las cuales las primeras tienen importancia para la refrigeración del cuerpo en virtud de la fácil evaporación del líquido por ellas segregado, y las segundas mantienen blanda y untuosa la piel, y aglomeradas en grandes grupos constituyen glándulas independientes encargadas de funciones accesorias (glándulas del almizcle, glándulas del castoreo). Pueden considerarse como glándulas sebáceas, en densa aglomeración, las glándulas coccigeas de las aves acuáticas, cuya secreción barniza las plumas y evita que el agua las moje cuando el animal nada. Pueden considerarse como procedentes de las glándulas accesorias de la piel las

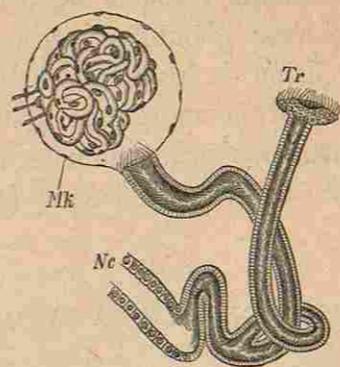


Fig. 91. — Embudo vibrátil con conductitos urinarios y corpúsculos de Malpigio, de la parte superior del riñón del *Proteus*, según Spengel. *Ne*, conductillo urinario; *Tr*, abertura infundibuliforme; *Mk*, corpúsculo de Malpigio.

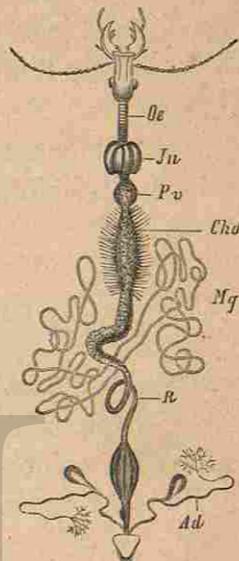


Fig. 90. — Conducto intestinal y glándulas accesorias de un escarabajo (*Carabus*), según Leon Dufour. *Oe*, esófago; *Ju*, buche; *Pv*, molleja; *Chd*, intestino quillifero; *Mg*, órgano de Malpigio; *R*, recto; *Ad*, glándula anal con vesícula.

(1) Además de los trabajos de Heidenhain, Wittich, Solger y otros, véase con especialidad A. Kowalewsky: *Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane*. *Biologisches Centralblatt*, tomo IX, números 2 y 3, año 1889.

voluminosas glándulas mamarias de los mamíferos. Pertenecen en su mayoría á las glándulas sebáceas las glándulas cutáneas, unicelulares y aglomeradas, que tan esparcidas se encuentran en los insectos. En el tegumento de los moluscos se encuentran aglomeraciones celulares que segregan cal y pigmento, y sirven para la formación de las conchas, tan variadas en su forma y en sus bellísimas coloraciones. Algunas glándulas y grupos glandulares de la piel se aplican á la prensión de los alimentos (glándulas hiladoras de las arañas). Se encuentran en grande abundancia, por último, glándulas cutáneas mucíparas en los animales que viven en puntos húmedos (anfibios, caracoles) ó en el agua (peces, anélidos, medusas).

ÓRGANOS DE LA VIDA ANIMAL

Entre las *funciones de la vida animal* figura casi siempre en primera línea la de la locomoción. Los animales ejecutan con su cuerpo movimientos que tienen por objeto procurarse el alimento ó defenderse. La musculatura destinada á la locomoción aparece generalmente, y en particular en las formas más sencillas, íntimamente unida á la piel y forma un tubo músculo-cutáneo (gusanos), que acortándose y alargándose alternativamente pone el cuerpo en movimiento. Pueden hallarse también los músculos concentrados en una parte de la piel, como, por ejemplo, en la subumbrela de las medusas, debajo del escudo gelatinoso, ó en la superficie ventral del cuerpo, dando origen á un órgano motor á manera de pie (moluscos), ó bien se dividen en varios grupos musculares repetidos, situados unos detrás de otros (anélidos, artrópodos, vertebrados). Este último modo de distribución permite una forma de movimiento más rápido y perfecto, porque presenta puntos sólidos de la piel situados á lo largo del eje longitudinal, ó un cordón rígido dividido en segmentos ó anillos, que ofrecen á los músculos un punto de apoyo bastante sólido para que la acción muscular se ejerza con vigorosa energía.

Al llegar á esta altura se hace necesario el desarrollo de partes duras que á modo de armadura ó de esqueleto sirvan de sostén y protección á las partes blandas. Estas partes son unas veces con-

chas exteriores, tubos ó anillos, formados casi siempre por el enduramiento de la piel (*quitina*), y otras se desarrollan en forma de vértebras en el interior del cuerpo (*cartílagos, huesos*) (figs. 92 y 93). En ambos casos hay una división del tronco, en la dirección del eje longitudinal, en segmentos, que al principio, cuando la locomoción es sencilla, son homónomos (anélidos, escolopendras, culebras). A medida que avanza el desarrollo se va extendiendo lentamente la musculatura destinada á la locomoción desde el eje principal á los ejes secundarios, y de este modo llega á adquirir las condiciones necesarias para las formas más difíciles y perfectas de locomoción.

Más adelante pierden las partes sólidas del eje longitudinal del tronco su segmentación uniforme primitiva, se unen entre sí y forman varias regiones sucesivas, cuyas partes disfrutan de mayor ó menor movilidad (cabeza, cuello, pecho, región lumbar, etc.). En general el esqueleto del eje principal es menos movable y los movimientos de *extremidades ó miembros pares* ejecutan la locomoción en un grado perfecto. Los miembros tienen, como es natural, sus medios resistentes de sostenimiento, en forma de palancas alargadas á manera de columnas, unidas más ó menos sólidamente al eje del esqueleto y destinadas á favorecer la acción muscular.

La *sensibilidad*, propiedad esencial del animal, va unida, como el movimiento, á tejidos y órganos determinados, que forman el sistema nervioso. En los seres en que este sistema no se diferencia aún de la masa fundamental contráctil (*sarcoda*) ó del parenquima celular uniforme del cuerpo, hemos de suponer los primeros vestigios de una irritabilidad que apenas podemos llamar sensibilidad, porque en ésta se sobrentiende la conciencia de la unidad del cuerpo, que no podemos conceder á animales simplicísimos

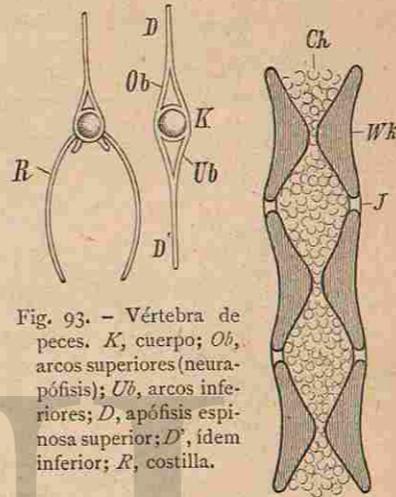


Fig. 93. - Vértebra de peces. K, cuerpo; Ob, arcos superiores (neurapófisis); Ub, arcos inferiores; D, apófisis espinosa superior; D', ídem inferior; R, costilla.

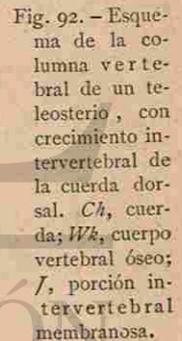


Fig. 92. - Esquema de la columna vertebral de un teleosteo, con crecimiento intervertebral de la cuerda dorsal. Ch, cuerda; Wk, cuerpo vertebral óseo; J, porción intervertebral membranosa.

voluminosas glándulas mamarias de los mamíferos. Pertenecen en su mayoría á las glándulas sebáceas las glándulas cutáneas, unicelulares y aglomeradas, que tan esparcidas se encuentran en los insectos. En el tegumento de los moluscos se encuentran aglomeraciones celulares que segregan cal y pigmento, y sirven para la formación de las conchas, tan variadas en su forma y en sus bellísimas coloraciones. Algunas glándulas y grupos glandulares de la piel se aplican á la prensión de los alimentos (glándulas hiladoras de las arañas). Se encuentran en grande abundancia, por último, glándulas cutáneas mucíparas en los animales que viven en puntos húmedos (anfibios, caracoles) ó en el agua (peces, anélidos, medusas).

ÓRGANOS DE LA VIDA ANIMAL

Entre las *funciones de la vida animal* figura casi siempre en primera línea la de la locomoción. Los animales ejecutan con su cuerpo movimientos que tienen por objeto procurarse el alimento ó defenderse. La musculatura destinada á la locomoción aparece generalmente, y en particular en las formas más sencillas, íntimamente unida á la piel y forma un tubo músculo-cutáneo (gusanos), que acortándose y alargándose alternativamente pone el cuerpo en movimiento. Pueden hallarse también los músculos concentrados en una parte de la piel, como, por ejemplo, en la subumbrela de las medusas, debajo del escudo gelatinoso, ó en la superficie ventral del cuerpo, dando origen á un órgano motor á manera de pie (moluscos), ó bien se dividen en varios grupos musculares repetidos, situados unos detrás de otros (anélidos, artrópodos, vertebrados). Este último modo de distribución permite una forma de movimiento más rápido y perfecto, porque presenta puntos sólidos de la piel situados á lo largo del eje longitudinal, ó un cordón rígido dividido en segmentos ó anillos, que ofrecen á los músculos un punto de apoyo bastante sólido para que la acción muscular se ejerza con vigorosa energía.

Al llegar á esta altura se hace necesario el desarrollo de partes duras que á modo de armadura ó de esqueleto sirvan de sostén y protección á las partes blandas. Estas partes son unas veces con-

chas exteriores, tubos ó anillos, formados casi siempre por el enduramiento de la piel (*quitina*), y otras se desarrollan en forma de vértebras en el interior del cuerpo (*cartílagos, huesos*) (figs. 92 y 93). En ambos casos hay una división del tronco, en la dirección del eje longitudinal, en segmentos, que al principio, cuando la locomoción es sencilla, son homónomos (anélidos, escolopendras, culebras). A medida que avanza el desarrollo se va extendiendo lentamente la musculatura destinada á la locomoción desde el eje principal á los ejes secundarios, y de este modo llega á adquirir las condiciones necesarias para las formas más difíciles y perfectas de locomoción. Más adelante pierden las partes sólidas del eje longitudinal del tronco su segmentación uniforme primitiva, se unen entre sí y forman

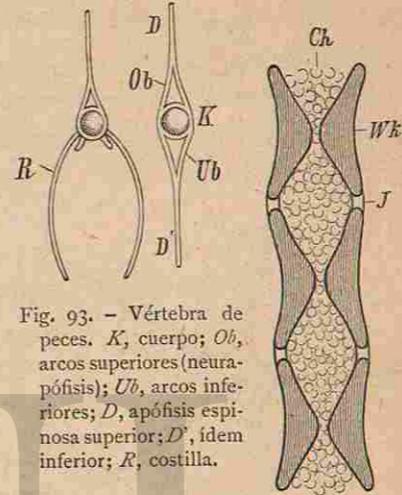


Fig. 93. - Vértebra de peces. *K*, cuerpo; *Ob*, arcos superiores (neurapófisis); *Ub*, arcos inferiores; *D*, apófisis espinosa superior; *D'*, ídem inferior; *R*, costilla.

varias regiones sucesivas, cuyas partes disfrutan de mayor ó menor movilidad (cabeza, cuello, pecho, región lumbar, etc.). En general el esqueleto del eje principal es menos movable y los movimientos de *extremidades ó miembros pares* ejecutan la locomoción en un grado perfecto. Los miembros tienen, como es natural, sus medios resistentes de sostenimiento, en forma de palancas alargadas á manera de columnas, unidas más ó menos sólidamente al eje del esqueleto y destinadas á favorecer la acción muscular.

La *sensibilidad*, propiedad esencial del animal, va unida, como el movimiento, á tejidos y órganos determinados, que forman el sistema nervioso. En los seres en que este sistema no se diferencia aún de la masa fundamental contráctil (*sarcoda*) ó del parenquima celular uniforme del cuerpo, hemos de suponer los primeros vestigios de una irritabilidad que apenas podemos llamar sensibilidad, porque en ésta se sobrentiende la conciencia de la unidad del cuerpo, que no podemos conceder á animales simplicísimos

Fig. 92. - Esquema de la columna vertebral de un teleostero, con crecimiento intervertebral de la cuerda dorsal. *Ch*, cuerda; *Wk*, cuerpo vertebral óseo; *J*, porción intervertebral membranosa.

desprovistos de sistema nervioso. Con la aparición del sistema muscular coincide la diferenciación del tejido del sistema nervioso, juntamente con la del *epitelio sensitivo* en la superficie (pólipos, medusas, equinodermos). En tales casos conservan las fibras nerviosas y las células gangliónicas, mezcladas entre sí, su situación ectodérmica y están en relación con las células sensoriales. Se ha refutado por insostenible la teoría que fija en las células neuromusculares de los pólipos de agua dulce y de las medusas la primera diferenciación de los tejidos muscular y nervioso; ambos son más bien procedentes de la diferenciación de diversas células epitelicas.

La disposición del sistema nervioso, prescindiendo de la repartición difusa de nervios y células gangliónicas en los pólipos hidroides y actinias, se puede referir á tres tipos fundamentales: 1.º, el radiado de los animales radiados; 2.º, el bilateral de los anillados y moluscos; 3.º, el bilateral de los vertebrados.

En el primer caso forma el tejido nervioso un anillo exumbrel y otro subumbrel (con células gangliónicas diseminadas) en el borde del disco, de los cuales el primero inerva los órganos de los sentidos y el segundo los músculos de la umbrela (hidromedusas), ó bien aglomeraciones celulares (ganglios) situadas en los radios de los órganos de los sentidos; de esas aglomeraciones salen nervios para los órganos de los sentidos, y plexos nerviosos con células gangliónicas para la musculatura de la umbrela (acalefos). Se observa también como en los equinodermos que los órganos centrales se repiten en los radios, en la forma de los llamados cerebros ambulacrales, unidos por una comisura que rodea al esófago y contiene también células gangliónicas (fig. 94); los cerebros ambulacrales envían nervios á las partes circunyacentes.

El sistema nervioso bilateral consiste, en su expresión rudimentaria, en una masa gangliónica par ó impar, situada cerca del polo anterior del cuerpo, sobre el esófago, y llamada con poca

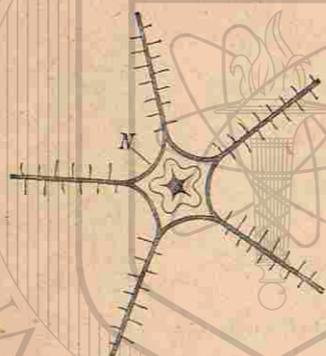


Fig. 94. - Esquema del sistema nervioso de una estrella de mar. *N*, anillo nervioso que une los cinco troncos nerviosos ambulacrales.

exactitud ganglio supraesofágico ó cerebro. De este centro irradian (platodes) nervios, en repartición lateral y simétrica, entre los cuales hay dos abdominales, laterales, más gruesos (fig. 95). En un grado

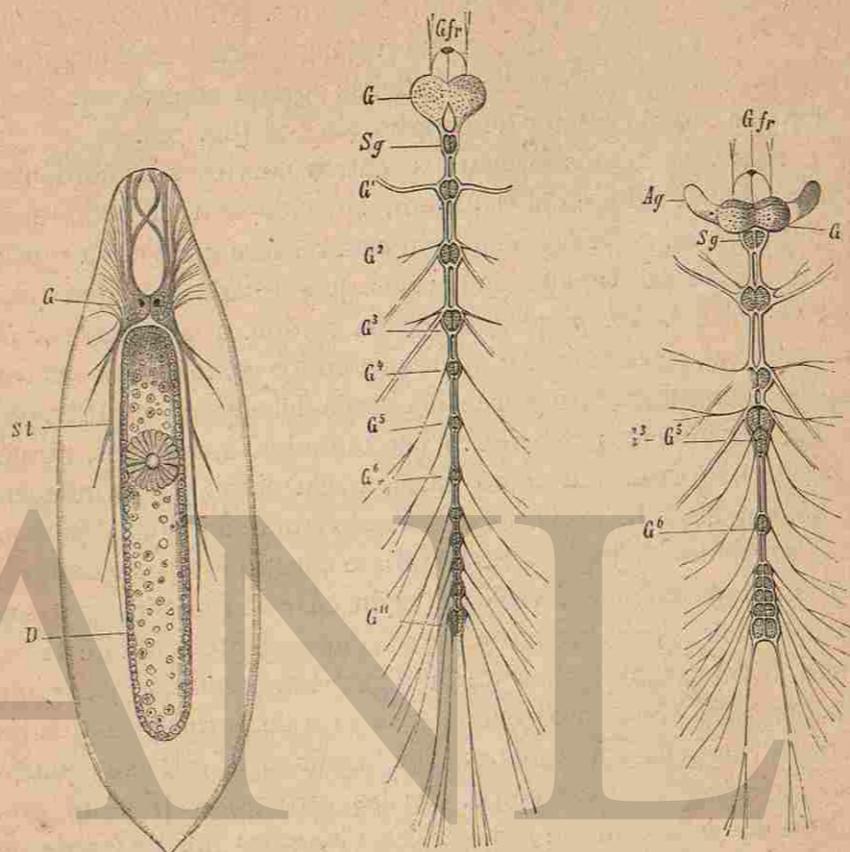


Fig. 95. - Aparato digestivo y sistema nervioso del *Mesostomum Ehrenbergii*, según Graff. *G*, los dos ganglios cerebrales con dos manchas oculares; *St*, los dos troncos nerviosos laterales; *D*, intestino con boca y esófago.

Fig. 96. - Sistema nervioso de la larva de *Coccinella*, según Ed. Brandt. *Gfr*, ganglio frontal; *G*, cerebro; *Sg*, ganglio subesofágico; *G'* hasta *G''*, los once ganglios de la cadena abdominal en el pecho y el abdomen.

Fig. 97. - Sistema nervioso de la *Coccinella* desarrollada, según Edt. Brandt. *Ag*, ganglios oculares; las demás letras como en la fig. 96.

más elevado aparece un anillo nervioso alrededor del esófago; los troncos nerviosos laterales son más gruesos y reciben en algunos puntos grupos de células gangliónicas (nemertinos). En los articulados, con el cuerpo metameramente articulado, aumenta el número de ganglios y se agrega al cerebro una *médula abdominal* en forma de cordón ventral (*gefirianos*) ó de *cadena ganglionar* homónoma (*anélidos*) ó heterónoma (artrópodos) (figs. 96 y 97).

En este estado puede haber también una gran concentración de los centros nerviosos, por la fusión del cerebro y de la médula ventral (muchos artrópodos), hasta el punto de no quedar en muchos casos más que un nódulo infraesofágico. En los moluscos que no presentan metamerismo, la masa gangliónica infraesofágica se presenta como ganglio pedio, al cual se agrega además un tercer centro par con el carácter de ganglio visceral (fig. 70).

En los vertebrados forman los centros nerviosos un cordón en la parte dorsal del eje del esqueleto, conocido con el nombre de médula espinal, cuya segmentación está representada en la repetición uniforme de los pares de nervios que de ella emergen (nervios espinales). La parte anterior del cordón, atravesada por un canal central, se ensancha y diferencia en los complicados centros gangliónicos del cerebro (excepción hecha del *Amphioxus*) (fig. 98).

En los animales superiores (vertebrados, artrópodos, hirudíneas, etc.) se distingue como parte, hasta cierto punto independiente, del sistema nervioso, el llamado gran simpático ó sistema nervioso visceral (*Sympathicus*). Hállase constituido por ganglios y plexos nerviosos que en realidad están en relación con las partes centrales del sistema nervioso; pero independientemente de la voluntad, inervan los órganos de la digestión, circulación y respiración, así como el aparato genital, y en caso de perturbación de los centros sensitivos y motores pueden seguir ejerciendo sus funciones por más ó menos tiempo. En los vertebrados (fig. 99), está constituido el sistema de los nervios viscerales por una serie de ganglios situados á ambos lados de la columna vertebral, unidos por ramas comunicantes á los nervios raquídeos y á aquellos de los cerebrales que pueden ser considerados como raquídeos, y entre sí por ramas nerviosas que forman el cordón limitante del simpático.

Los ganglios, cuyo número puede corresponder al número de nervios espinales que salen de la médula y del cerebro, envían nervios á los vasos sanguíneos y á las vísceras, á cuya intermediación forman plexos complicados con ganglios intercalados.

Organos de los sentidos.— El sistema nervioso tiene además aparatos periféricos cuya función es recibir ciertas impresiones del mundo exterior y transmitir las en forma de sensaciones (energías

sensitivas (1), John Müller) á los centros de la percepción. Estos

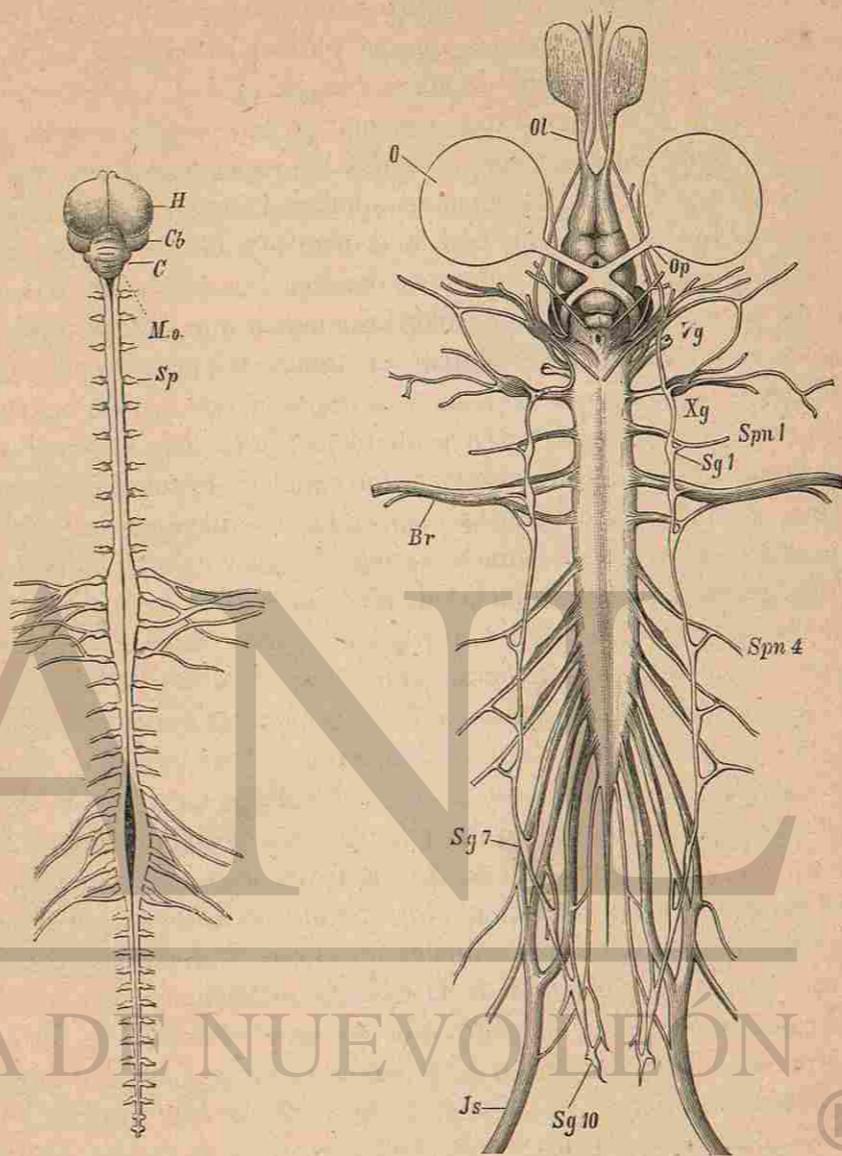


Fig. 98. — Cerebro y médula espinal de una paloma. *H*, cerebro; *Cb*, tubérculos cuadrigéminos; *C*, cerebelo; *Mo*, médula oblongada; *Sp*, nervios espinales.

Fig. 99. — Sistema nervioso de la rana, según Ecker. *Ol*, nervios olfatorios; *O*, ojo; *Op*, nervio óptico; *Vg*, ganglio de Gasser; *Xg*, ganglio del vago; *Spn 1*, primer nervio espinal; *Br*, nervio braquial; *Sg 1* hasta *Sg 10*, los diez ganglios del cordón limitante del simpático; *Js*, isquiático.

son los *organos de los sentidos*. Consisten éstos por lo común en

(1) En contraste con el círculo cualitativo de la sensación dentro de cada órgano sensitivo (colores, sonidos).

aglomeraciones, especialmente conformadas, de células epiteliales en forma de pelos ó bastoncillos, unidos por medio de fibrillas á células gangliónicas (células pilosas piriformes, células alargadas en bastoncillo) por medio de las cuales se imprime á la substancia nerviosa un movimiento que, transmitido á los órganos centrales, llega al sensorio en la forma de sensación específica. Estas células terminales están con frecuencia adaptadas á formaciones cuticulares, á su vez relacionadas con la transmisión de los movimientos exteriores á la substancia nerviosa (bastoncillos de la retina). Como el origen filético del sistema nervioso indica que éste dimana de células ectodérmicas especialmente irritables, que por sus cualidades especiales recuerdan las células sensoriales, y cuyos elementos, en último término, se convierten probablemente en células gangliónicas; de igual manera la disposición terminal de los nervios sensitivos conserva, sin modificarlas apenas, las condiciones originarias. También se encuentra aquí el epitelio sensitivo (neuroepitelio) y células gangliónicas terminales unidas con él. Las sensaciones especiales han de haber derivado por lenta gradación del sentido del tacto, el primero y más generalmente desarrollado en el organismo animal, mediante la modificación de la forma terminal, que ha hecho á los nervios sensibles, nervios sensoriales ó de sentidos, dando origen á una forma especial de sensación. Es preciso llegar á grados muy elevados de desarrollo para que sea posible comparar las percepciones sensitivas con las de nuestro propio cuerpo en cuanto á la naturaleza de la sensación. Nosotros no podemos juzgar de las energías sensitivas de los animales inferiores sino de una manera indeterminada y partiendo de la medida insuficiente de nuestras propias sensaciones, y es cierto que hay en el dominio de la vida animal inferior una multitud de sensaciones de las cuales no podemos tener conocimiento alguno á causa de la conformación de nuestros propios sentidos.

Sentido del tacto. — Es el más extenso de todos los sentidos y vemos reunida en él una serie de sensaciones especiales. En general se encuentra repartido por toda la superficie del cuerpo, pero muy frecuentemente está concentrado en ciertas prolongaciones y apéndices. En este sentido se pueden citar los apéndices, llamados *tentáculos*, de los celenterados y equinococos. En los animales bi-

laterales, con cabeza independiente, hay prolongaciones contráctiles ó rígidas y articuladas de la cabeza, *antenas* ó *tentáculos*, que se pueden repetir en todos los segmentos del cuerpo de los gusanos en forma de *cirros* pareados, y en los cuales se puede comprobar la presencia de nervios especiales y órganos del tacto con sus terminaciones; en los artrópodos son casi siempre sedas ó conos, situados, á manera de apéndices cuticulares, sobre los abultamientos terminales gangliónicos de un nervio táctil, y que por su punta transmite á los nervios la compresión mecánica. Se encuentran de preferencia en la superficie de las extremidades (antenas, palpos), pero también los hay en la superficie cutánea (figura 100.) En los moluscos, anélidos y medusas acuáticas se da la significación de órganos táctiles á células provistas de pelos y apéndices. En los vertebrados, los elementos designados con el nombre de células táctiles penetran desde el tegumento al dermis y sus papilas, y en el mismo sitio se encuentran en los anfibios, acumulados junto á las ramificaciones terminales de un nervio (manchas táctiles, ranas). En los mamíferos, y aunque menos marcadamente también en los reptiles, tienen estos órganos en las papilas dérmicas la forma de corpúsculos del tacto (fig. 101, *a* y *b*), que son el asiento de una sensibilidad de tacto y de presión, y aparecen en gran copia en los extremos de los miembros de los primates. Son distintos de los corpúsculos del tacto las *masas terminales*, frecuentes en los vertebrados, y los *corpúsculos de Pacini*, caracterizados por sus paredes capsulares estratificadas, en cuyo centro termina el cilindro eje (fig. 102, *a* y *b*). Además de la sensibilidad general y de la táctil poseen los animales superiores como forma especial de sensación la facultad de distinguir la temperatura.

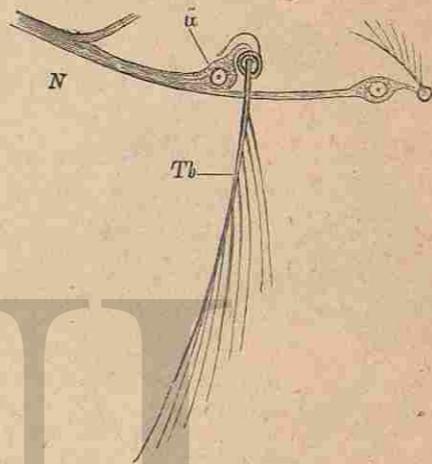


Fig. 100. — Nervio (*N*) con células gangliónicas (*G*) debajo de pelos táctiles (*Tb*), de la piel de la larva de *Corethra plumicornis*.

Sentido del oído.— De la facultad táctil deriva en cierto modo como modificación especial la *percepción de los sonidos*, ejercida por el intermedio del *órgano del oído*. En su forma más simple aparece como una vejiga cerrada llena de líquido (endolinfa) y de una ó muchas concreciones calcáreas (otolitos); en las paredes de la vejiga terminan las fibrillas del nervio por bastoncillos ó pelos. La vesícula se halla unas veces adaptada á un ganglio del centro nervioso (gusanos) y otras está situada al extremo de un nervio más ó menos

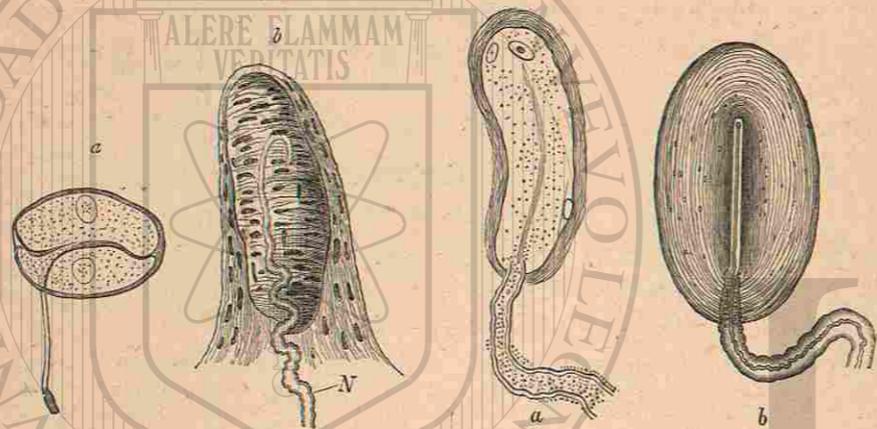


Fig. 101. — *a*, célula táctil doble de la punta del pico del pato, según Merkel; *b*, papila táctil de la cara palmar del hombre, con corpúsculo de tacto y su nervio, *N*.

Fig. 102. — *a*, maza terminal de la conjuntiva ocular del elefante, según W. Krause; *b*, corpúsculo de Vater-Pacini del mesenterio del gato, según Ecker.

largo, el nervio auditivo ó acústico (moluscos, decápodos). En muchos animales que viven en el agua puede estar abierta la vesícula y su contenido comunicar directamente con el medio externo, en cual caso los otolitos pueden hallarse representados por cuerpos venidos de fuera, en particular por partículas de arena (decápodos). Mientras que en los moluscos está marcado el punto sensible por epitelio sensitivo finísimo en la pared interna de la vesícula (mácula acústica) (fig. 103), en los crustáceos las fibras del nervio acústico terminan en bastoncillos y pelos cuticulares sentados sobre las paredes de la vesícula y que transmiten la excitación nerviosa á la manera de los pelos olfatorios de las antenas. En las medusas (vesiculados) se encuentran también los otocistos constituyendo una

forma especial de los cuerpos marginales, á menudo abiertos ó reemplazados por un cono.

En los vertebrados no sólo es más complicada la conformación de la vesícula acústica (laberinto membranoso) sino que se agregan aparatos especiales para transmitir y reforzar los sonidos (fig. 104). En el laberinto membranoso se divide la vesícula en utrículo y sáculo, el primero con los tres conductos semicirculares, ó conductos arqueados y ampollas; el segundo con el conducto del caracol (*ductus cochlearis*), que en los mamíferos está arrollado en espiral á manera de caracol y contiene en su pared el aparato terminal ú órgano de Corti. La conformación es diversa en el aparato timpanal, considerado como órgano de audición en muchos insectos; en esta disposición falta la vesícula llena de líquido y de otolitos, y los espacios timpanales llenos de aire transmiten las ondas sonoras á las terminaciones nerviosas, provistas de puntas brillantes. Al espacio aéreo formado por una vesícula traqueal está adaptada una lámina cutánea delgada y tensa, que tal vez se pone en vibración á la manera de una membrana del tambor. En los *acridios* se encuentra el aparato timpanal á la parte de allá del metatórax; en los *locústidos* y *grílidos*, en las tibias del par anterior de patas, y se encuentra un órgano análogo, aunque muy reducido, en el mismo punto, en las *hormigas* y en algunos seudoneurópteros (*Isopterix*, *Termes*) (fig. 105).

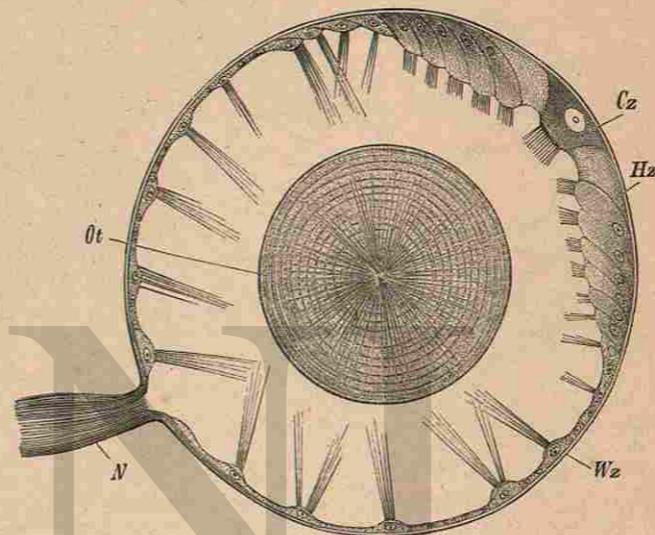


Fig. 103. — Otocisto de un heterópodo (*Pleurotrachea*). *N*, nervio acústico; *Ot*, otolito en el interior de la vesícula llena de líquido; *Wz*, células vibrátiles en la pared vesicular; *Hz*, células auditivas; *Cz*, célula central.

Los *órganos de la visión (ojos)* (1) son, como los del tacto, los más generalizados en todos los grados posibles de perfeccionamiento. En su forma más elemental apenas permiten tal vez distinguir la claridad de la obscuridad, y por lo tanto casi son insensibles á la luz y sólo son sensibles á los rayos caloríficos. Están constituidos por protoplasma sensible ó por substancia nerviosa con gránulos pigmentarios, y en esta forma se les designa con el nom-

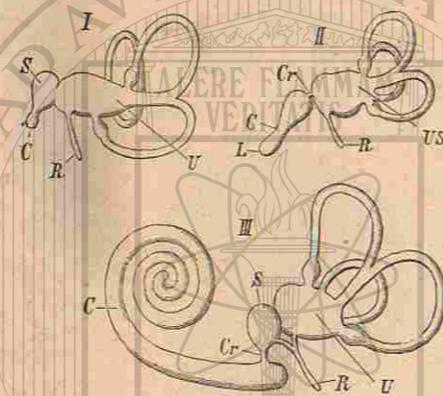


Fig. 104. - Representación esquemática del laberinto del oído: I, de peces; II, de pájaros; III, de mamíferos, según Waldeyer. - U, utrículo con los tres conductos semicirculares; S, sacculus; US, utrículo y sacculus confundidos (*alveus communis*); C, caracol; Cr, conducto unitivo (*canalis reuniens*); L, laguna; R, acueducto del vestíbulo.

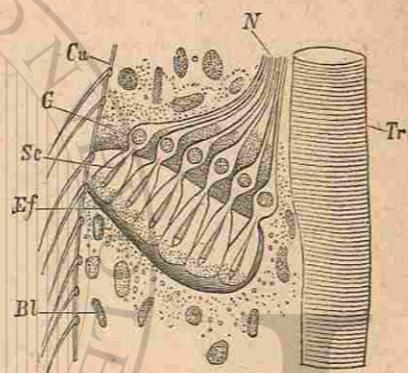


Fig. 105. - Órgano sensitivo de la tibia del *Anisopterix*, según Graber. Tr, tronco traqueal; N, nervio sensitivo; G, células gangliónicas; Sc, abultamiento terminal de las mismas con el interior en forma de bastoncillo; Cu, cutícula; Bl, células de la sangre.

bre de manchas oculares. La necesidad del pigmento para la sensibilidad á la luz es dudosa por lo menos, puesto que hay ojos de estructura muy complicada que carecen de pigmento. La idea de que el pigmento mismo sea sensible á la luz, esto es, que sea químicamente modificable por la luz y transmita al protoplasma ó á la substancia nerviosa adyacente la irritación producida por estos movimientos, por más que no pueda refutarse de una manera decisiva, no puede ser aceptada por sólo el efecto que sobre el pigmento produce la irradiación de los rayos caloríficos.

Parece que implica gran importancia la condición especial de

(1) Véase R. Leuckart: *Organologie des Auges*. Graefe y Samisch: *Handbuch der Ophthalmologie*, tomo II.

las terminaciones nerviosas; mediante ellas, ciertos movimientos que avanzan en ondas regulares, llamadas vibraciones del éter, se comunican á las fibras nerviosas y determinan una excitación que propagada al órgano central es percibida por él en forma de luz. En todos los animales inferiores en que no se puede comprobar la existencia de terminaciones nerviosas específicas, probablemente no hay más que grados precursores de ojos, constituidos por nervios cutáneos pigmentados, sensibles sólo, probablemente, á sensaciones caloríficas. Por más que la sensación luminosa sea obra del centro nervioso, los bastoncillos y conos terminales de las fibras del nervio óptico parece que son los elementos que transforman las vibraciones del éter en una sensación luminosa adecuada para ser recibida por las fibras del nervio óptico.

Para la percepción de una imagen es necesaria la interposición por delante de la expansión terminal del nervio óptico (*retina*) de un aparato refringente, y además han de estar los elementos de la retina suficientemente aislados, para que la excitación á ellos comunicada pueda transmitirse como movimiento distinto al centro nervioso. En lugar de la percepción general de la luz se verifica de este modo una suma de percepciones parciales que corresponden á la situación y condición del foco luminoso y determina la formación de una imagen. La refracción de la luz se verifica primero por una porción de tegumento engrosada, convexa y dispuesta á menudo á modo de una lente (*córnea, lente corneal*), á través de la cual entran en el ojo los rayos luminosos, y por unos cuerpos situados detrás de la córnea (*cuerpo vitreo, lente cristalina, cono cristalino*). El cono de rayos que emana en todas direcciones de cada uno de los puntos del foco luminoso, pasando á través de estos medios refringentes, viene á reunirse, por refracción ó aislamiento de los rayos perpendiculares (*ojos en facetas*), en puntos correspondientes de la retina, expansión terminal del nervio óptico, formado por las células terminales del nervio en forma de bastoncillos, unidos á formaciones gangliónicas más ó menos complicadas.

El pigmento del ojo sirve para absorber los rayos inútiles ó perjudiciales para la percepción de la imagen. Este pigmento se extiende en parte alrededor de la retina en forma de membrana coroides, y eventualmente en torno de cada uno de los elementos

retinianos, y pasa por delante de la lente cristalina en forma de velo transversal, atravesado por una abertura susceptible de dilatarse y contraerse (*iris*). En un grado elevado de desarrollo está por lo general todo el ojo envuelto por una membrana conjuntival

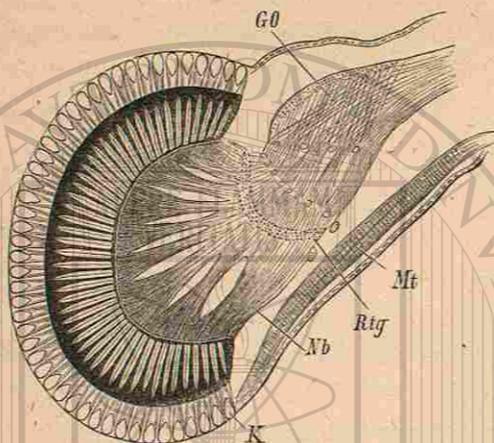


Fig. 106. — Ojo de *Branchipus*. *Mt*, músculo del ojo; *Go*, ganglio óptico; *Rtg*, ganglio retiniano; *Nb*, hacecillo nervioso; *Ns*, bastón nervioso; *K*, cono cristalino.

dura (*esclerótica*) y limitado por ella, constituyendo el bulbo del ojo.

Son varias las disposiciones mediante las cuales los rayos luminosos procedentes de cada uno de los puntos de un objeto se dirigen en ordenada distribución sobre los puntos del nervio, facilitando de este modo la percepción de una imagen; estas disposiciones están en íntima relación con la estructura general del ojo. Prescindiendo de los ojos rudimentarios, como los de los gusanos y crustáceos inferiores, estudiaremos dos formas de ojos.

1.^a La primera forma tiene su expresión en los ojos compuestos (*ojos en facetas*) de los artrópodos (crustáceos é insectos) y determina la visión llamada mosaica (John Müller) (figs. 106 y 107). Existen en ella grandes y complicados bastoncillos nerviosos (retínulas) que forman en el interior del ojo una retina semiesférica con la convexidad hacia fuera. Delante de cada retínula, compuesta casi

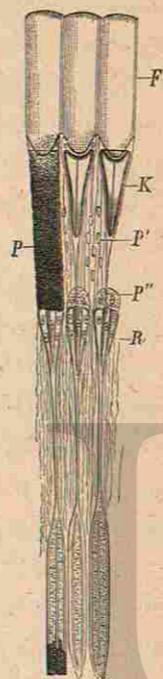


Fig. 107. — Tres facetas con retínula del ojo compuesto del abejorro, según Grenacher, dos de ellas después de desprendido el pigmento. *F*, facetas corneales; *K*, conos cristalinos; *P*, vaina pigmentaria; *P'*, células pigmentarias principales; *P''*, células pigmentarias de segundo orden; *R*, retínulas.

siempre de cinco á siete células terminales, en cuyo eje se encuentra el *Rhabdoma* cuticular, está situada una lente cónica, fuertemente refringente, el *cono cristalino*, y delante de éste una faceta lenticular del revestimiento cuticular, que ha dado motivo á la denominación de *ojo en facetas* (1). Pueden no existir las facetas, y entonces forma la cutícula un revestimiento claro y uniforme. En los casos más elementales, el pigmento que aísla la percepción luminosa de cada retícula se deposita en la periferia de las células nerviosas (*Branchipus*); por lo general se forma el pigmento en células especiales que envuelven á manera de vaina en zonas determinadas los conos cristalinos y los bastones nerviosos. En el fondo del ojo se continúan las células de bastoncillos de la retínula con la capa de hacecillos nerviosos, que contienen además una capa de células gangliónicas y una capa medular de fibras nerviosas finísimas (figura 106, *RG*).

La envoltura del ojo es una cubierta resistente de quitina que en la prolongación de la vaina del nervio óptico rodea las partes blandas del ojo y llega hasta la córnea. Lo que se designa como nervio óptico corresponde en buena parte á la retina misma, que contiene una capa de células gangliónicas y una capa de hacecillos nerviosos. Aunque detrás de cada faceta abombada de la córnea se forma, lejos de la parte excitable del bastón nervioso, una imagen invertida y achicada (Gotsche), sólo puede llegar á ser percibido el rayo central reforzado por refracción y que cae perpendicularmente, porque todos los demás rayos laterales son absorbidos por el pigmento. Las impresiones luminosas ocasionadas por los rayos del eje, cuya cantidad corresponde al número de los bastones nerviosos, caen sobre la retina en forma de mosaico, reproduciendo la colocación de los puntos luminosos del objeto exterior. La imagen así formada es real, pero tiene poca fuerza de luz y no está bien especificada.

2.^a La segunda forma del ojo, extensamente esparcida (el ojo unicorneal de los anélidos, insectos y arácnidos, moluscos, vertebrados), corresponde á una cámara oscura, esférica, con lente convergente (*córnea, lente*) en la pared anterior libre, donde hiera la

(1) Véase John Müller: *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes*, Leipzig, 1826; H. Grenacher: *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden*, Göttinga, 1879.

luz, y casi siempre con otros medios dióptricos que llenan la cavidad ocular (cuerpo vítreo). La imagen que se forma en la retina es inversa.

El ocelo de los insectos, arácnidos y escorpiones, perteneciente á este grupo, aparece formado por una simple transformación de la porción tegumentaria, bajo la cual se halla situado el aparato terminal del nervio óptico (fig. 108). La cubierta cuticular, engrosada en forma lenticular, penetra en la capa subyacente de células hipodérmicas, claras y notablemente alargadas, á las cuales siguen las

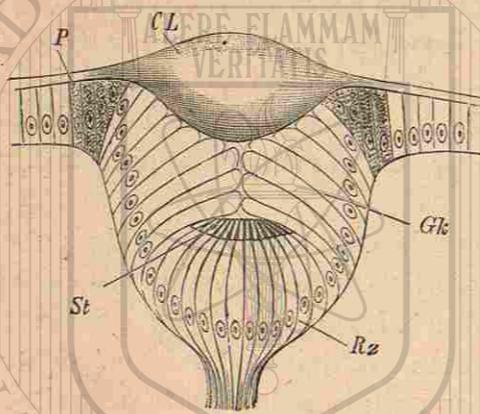


Fig. 108. - Corte transversal de la ocela de un abejorro, según Grenacher. *CL*, lente corneal; *Gk*, células hipodérmicas subyacentes, llamadas por los autores cuerpo vítreo; *P*, pigmento de la zona esférica del mismo; *Rz*, células retinianas; *St*, bastoncillos cuticulares de la misma.

células nerviosas (con bastoncillos cuticulares refringentes), apiñadas para formar una retina globulosa. Las células hipodérmicas que rodean el borde de la lente están llenas de pigmento y forman un anillo obscuro, á manera de iris, á través de cuya abertura entran en el ojo los rayos luminosos, que hieren la porción terminal de las células retinianas. En las formas más desarrolladas de este tipo ocular, especialmente en el ojo de los vertebrados, la porción terminal del nervio óptico se esparce formando un cáliz (*retina*) en la parte posterior de la semiesfera ocupada por los medios refringentes, rodeada de una membrana pigmentaria vascularizada, la *coroides*, rodeada á su vez de un armazón conjuntival fibroso; esta es la *esclerótica*, que en su parte anterior se transforma en una membrana tenue, transparente, destinada á dar paso á la luz, la *córnea*. De todos los medios refringentes que están colocados detrás de la córnea y llenan el interior del bulbo (humor áqueo, cristalino, cuerpo vítreo), es el cristalino el que con más fuerza refracta la luz. Engastado en la pared anterior, engrosada y musculosa, de la coroides (cuerpo ciliar con los procesos ciliares), está cubierto en la periferia de su

células nerviosas (con bastoncillos cuticulares refringentes), apiñadas para formar una retina globulosa. Las células hipodérmicas que rodean el borde de la lente están llenas de pigmento y forman un anillo obscuro, á manera de iris, á través de cuya abertura entran en el ojo los rayos luminosos, que hieren la porción terminal de las células retinianas. En las formas más desarrolladas de este tipo ocular, especial-

pared anterior por una prolongación de la coroides, el iris, que á manera de una orla anular contráctil forma una especie de diafragma con abertura susceptible de dilatarse y contraerse (abertura

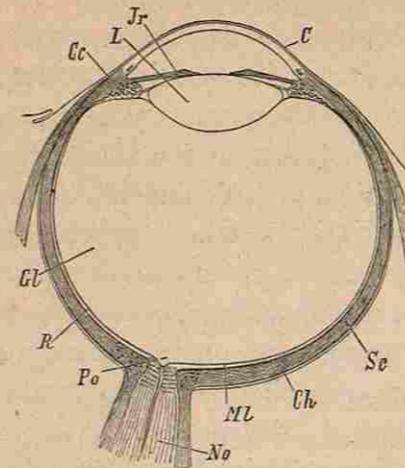


Fig. 109. - Corte transversal del globo ocular del hombre, según Arlt. *C*, córnea; *L*, lente cristalina; *Jr*, iris con la pupila; *Cc*, cuerpo ciliar; *Gl*, cuerpo vítreo; *R*, retina; *Sc*, esclerótica; *Ch*, coroides; *ML*, mácula lútea; *Po*, papila óptica; *No*, nervio óptico.

pupilar) (fig. 109). La retina, que se esparce en forma de cáliz en el fondo del ojo, presenta una estructura complicadísima y uniformemente estratificada, que se mantiene esencialmente idéntica en todos los vertebrados (fig. 110). La capa interna lindante con el cuerpo vítreo y su membrana (limitante interna) está formada por fibras nerviosas irradiadas del nervio óptico; siguen luego la capa de células gangliónicas, la reticular interna, la granular interna, la reticular externa, la granular externa, y por último, separada de ésta por la limitante externa, la capa de los bastoncillos y los conos, dirigidos hacia fuera (con el epitelio pigmentario, *lamina pigmenti*). La imagen *invertida* que se forma sobre la retina en el fondo posterior del ojo de los verte-

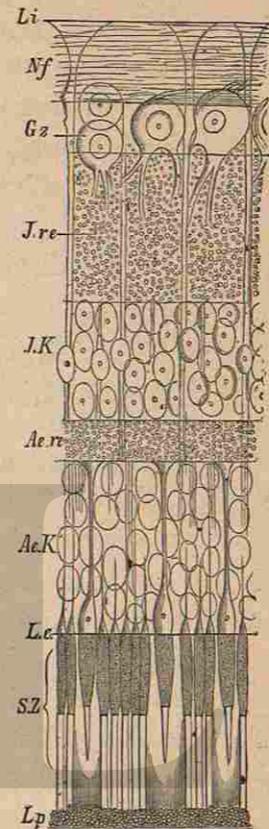


Fig. 110. - Corte esquemático de la retina, según M. Schultze, con modificaciones según Schwalbe. *Li*, limitante interna; *Nf*, fibras nerviosas; *Gz*, células gangliónicas; *J.re*, capa reticular interna; *J.K*, capa granular interna; *Ae.re*, capa reticular externa; *Ae.K*, capa granular externa; *L.e*, limitante externa; *S.Z*, capa de los conos y los bastoncillos; *Lp*, capa de pigmento.

brados, tiene una fuerza de luz y una especificación considerables.

Es admirable la semejanza que ofrece el ojo de los cefalópodos con el de los vertebrados. La membrana de los bastoncillos tiene, sin embargo, una situación opuesta, puesto que los bastoncillos se dirigen hacia adentro, esto es, hacia el cuerpo vítreo. Puede considerarse como modificación simplificada de este tipo ocular el ojo del *Nautilus*, en el cual falta la lente convergente y la luz pasa por una pequeña abertura, y así en la pared posterior que contiene la retina se forma una imagen invertida, pero débilmente iluminada.

Para que el ojo pueda ver con claridad en diferentes direcciones y desde distintas distancias, es necesario un aparato motor y un mecanismo de acomodación que modifique las relaciones entre los medios refringentes y la retina. El aparato motor está constituido por músculos, que pueden modificar la dirección visual á voluntad del animal. En muchos ojos faceteados (decápodos) toda la porción lateral de la cabeza correspondiente al ojo es movable como un pedúnculo. En el ojo de los vertebrados se agregan además otros aparatos protectores externos (párpados, glándulas lagrimales).

Los órganos de los peces y esquizópodos (*Euphausia*), considerados antiguamente como ojos accesorios, han sido reconocidos como órganos de iluminación que tienen al parecer gran importancia para la permanencia del animal en el fondo del mar.

La situación y el número de los ojos varían extraordinariamente, en particular en los animales inferiores. La disposición en número par en la cabeza es la regla general en los animales superiores; pero se pueden presentar órganos de la visión en puntos periféricos del cuerpo, como, por ejemplo, en los *Pecten*, *Spondylus*, en el borde del manto, y en ciertos anélidos en los tentáculos. En los animales radiados se repiten los ojos en la periferia del cuerpo según el número de radios. En las estrellas de mar están en el extremo externo del surco ambulacral en la punta de los brazos, y en los acalefos en el borde de la umbrella, como cuerpos marginales.

Se atribuye á muchos animales la facultad de distinguir los colores. Los *dáfnidos* tienen tal predilección por la zona verde-amarilla del espectro solar, que se agolpan á ella en gran número. Las abejas prefieren el azul, las hormigas el rojo, y como otros muchos animales, tienen la facultad de percibir el ultravioleta, invisible

para nosotros. Esto no obstante, la elección de los colores expresa en los animales su preferencia por ciertos grados de claridad (1).

Está menos extendido el *sentido del olfato*, que aprecia la cualidad de sustancias gaseiformes y las transmite al sensorio en las formas especiales de *sensación olorosa*. En muchos animales acuáticos no se pueden establecer límites divisorios entre este sentido y el del gusto. Son considerados como órganos olfatorios en su expresión más elemental unas depresiones ciliadas que están relacionadas con nervios (medusas, heterópodos, cefalópodos); las depresiones mencionadas están revestidas de un epitelio de células sensitivas pilosas. Podrían también transmitir igual sensación células pilosas diseminadas (moluscos). En los *artrópodos* se da la significación de filamentos olfatorios á unos apéndices cuticulares, pálicos, de las antenas, en los que terminan nervios con células gangliónicas. En los vertebrados forman este aparato dos fosas ó cavidades situadas en la cabeza (fosas nasales), cuyas paredes alojan las terminaciones de los nervios olfatorios (*nervus olfactorius*). Los vertebrados que respiran en el aire se distinguen por la comunicación de estas cavidades con la faringe, así como por la gran superficie de su membrana mucosa plegada en diferentes sentidos y sostenida por laminillas óseas (conchas); entre las células epitelicas de la membrana mucosa, pero sólo en una región limitada de ella (región olfatoria), se alojan las terminaciones de las fibras nerviosas en células filamentosas terminadas en bastoncillos ó en pelos (fig. 51).

El *gusto* es una sensación especial de la cavidad bucal y faríngea. A juzgar por lo que se observa en animales superiores, este sentido aprecia ciertas condiciones de sustancias en forma líquida y las transmite como una sensación especial. Este sentido es demostrable con certeza en los vertebrados y va unido á la distribución de un nervio especial (*nervus glossopharyngeus*) que en el hombre inerva la punta, bordes y base de la lengua y parte del velo del paladar, y hace aptas estas partes para la sensibilidad gustatoria. Se da la significación de partes recipientes de la percepción

(1) J. Lubbock: *Ameisen, Bienen und Wespen. Beobachtungen über die Lebensweise der geselligen Hymenopteren*, Leipzig, 1883; V. Graber: *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits und Farbensinnes der Thiere*, Praga, 1884.

á las células filamentosas centrales del órgano caliciforme de ciertas papilas (*papilla circumvallata*) (fig. 111, *a, b, c*). En los anfibios y reptiles sólo existen estos órganos en la cavidad bucal, y en los peces se los encuentra también en los labios y barbillones. El gusto se asocia por lo general con las sensaciones del tacto y de la temperatura en la cavidad bucal, así como con las del olfato. En el

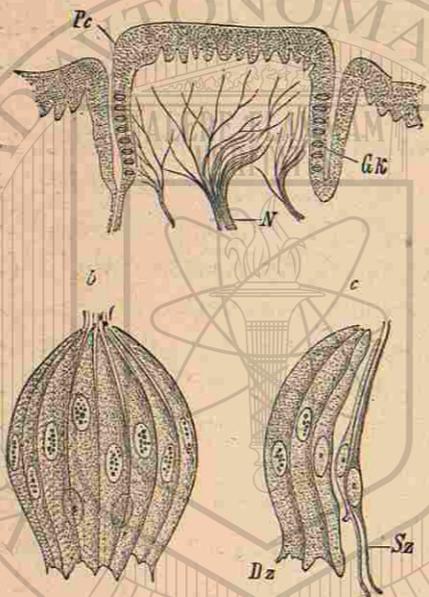


Fig. 111. - *a*, corte transversal de una papila circunvalada de la vaca, según T. W. Engelmann. *N*, nervio eferente; *Gb*, botones gustatorios en la pared lateral de la papila, *Pc*; *b*, botón gustatorio acilado del órgano gustatorio del conejo. *c*, *Dz*, células de sostén ó de revestimiento, y *Sz*, células sensitivas del mismo.

orden de los moluscos parece está encargado el ejercicio de este sentido á epitelios sensitivos situados á la entrada de la cavidad bucal, y en los insectos á pelos cuticulares rígidos, que contienen nervios y están situados en las mandíbulas y en la lengua, algunos de los cuales (abeja melífera) han sido considerados equivocadamente como órganos del olfato.

En los animales inferiores están mucho menos determinados que en los superiores los órganos del gusto y del olfato, y hay en ellos ciertos órganos de transición que aprecian las cualidades del medio ambiente.

Los más conocidos son las esferas nerviosas distribuidas en los conductos laterales (llamadas

líneas laterales), que se reproducen en los anfibios caudados (salamandras), y se distinguen de los botones gustatorios en que las células centrales, en vez de estar alargadas en forma de filamentos, son de forma cónica. Se presentan órganos análogos en la piel de las hirudíneas y chetópodos, y son considerados también como órganos de un sexto sentido, que se supone encargado de transmitir las sensaciones relativas á las cualidades del agua.

Los nervios de transmisión centrífuga presentan terminaciones especiales, mediante las cuales se comunican al órgano periférico

los movimientos nerviosos. Entre ellos son las más conocidas las terminaciones nerviosas en las fibras musculares estriadas transversalmente, descubiertas por primera vez (Doyere) en los tardígrados. Por lo general el nervio se abulta formando una elevación esférica, que alrededor del cilindro-eje contiene una masa granulosa sembrada de núcleos, ó termina ramificándose en la forma llamada placa motriz terminal (fig. 112).

Estas placas se asemejan á las terminaciones nerviosas en los órganos eléctricos (1), y esta semejanza es tanto más estrecha, cuanto que estos órganos no son en último término más que una substancia muscular modificada (Babuchin). Son pocos los peces que poseen órganos eléctricos aptos para funcionar y para emitir con ellos descargas eléctricas; en primer lugar figura el *Gymnotus electricus* (fig. 103, *a, b*) del Orinoco, y sigue á él en fuerza eléctrica el *Torpedo marmorata* del Mediterráneo y el *Malapterurus electricus* de Africa (fig. 113, *c*). Se han encontrado órganos análogos, pero sin fuerza eléctrica considerable, en el *Mormyrus* y el *Gymnarchus*, y en más extensa escala en la cola de las Rayas, habiéndose dado sin razón el nombre de pseudo-eléctricos á estos órganos.

Por su situación presentan los órganos eléctricos notables variaciones; así como en el torpedo están situados á derecha é izquierda entre las branquias y el *propterygium* (fig. 114), en el *Gymnotus* se extienden en dos pares, superior é inferior, á lo largo de los lados de la cola (fig. 112, *b*) y en el *Malapterurus* ocupan una posi-

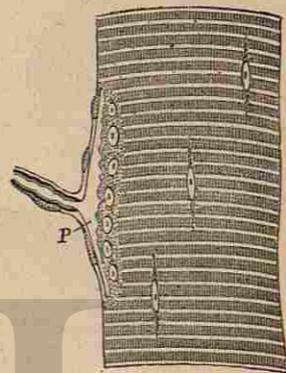


Fig. 112. - Hacedillo muscular primitivo del *Lacerta*, con terminación nerviosa. *P*, placa nerviosa terminal, según Kuhne.

(1) F. Pacini: *Sulla struttura intima dell'Organo elettrico del Gimnoto et di altri pesci elettrici*. *Archives des sciences phys. et anat.*, 1853; Max Schultze: *Zur Kenntniss der elektrischen Organe*, Halle, 1858 y 1859; Babuchin: *Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudo-elektrischen Organe*. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1876; C. Sachs: *Untersuchungen am Zitteraal, Gymnotus electricus. Nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond*, Leipzig, 1881, mit zwei Abhandlungen von Gustav Fritsch.

ción más superficial entre los músculos y la piel. La estructura interior es en todos esencialmente idéntica, consistiendo aquélla en una armazón fibrosa dividida en departamentos ó cajitas que estratificadas en dirección lineal forman columnas prismáticas, ó están colocadas alternativamente al lado y detrás unas de otras (*Malapterurus*). En el primer caso se extienden las columnas á lo largo del

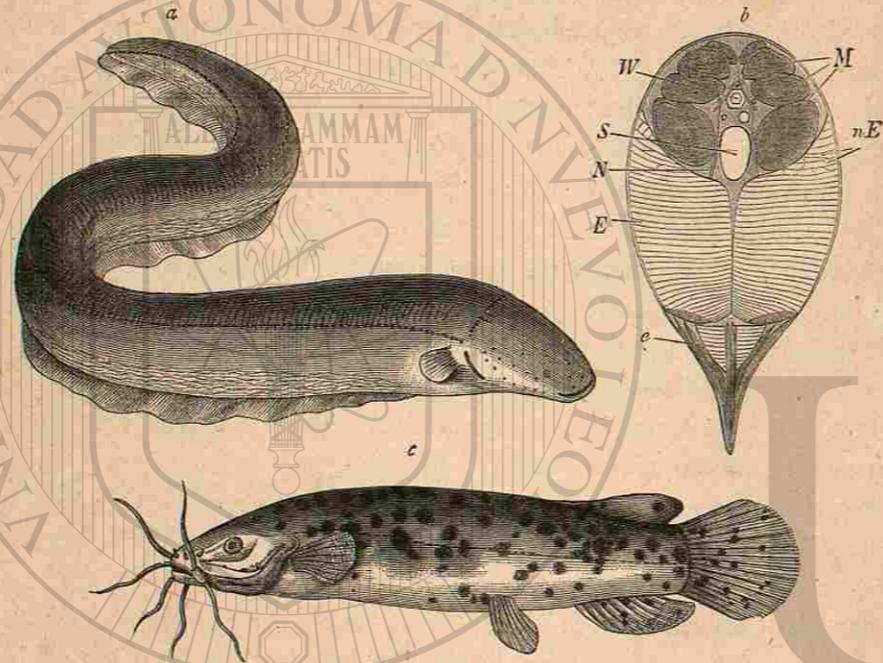


Fig. 113. - a. *Gymnotus electricus*, según Sachs. b. Corte transversal de la cola del *Gymnotus*. - E, órgano eléctrico superior; e, órgano eléctrico inferior; nE, haces de columnas, de Sachs; M, músculos del tronco; W, vértebras; S, vejiga natatoria; N, nervio eléctrico. c. *Malapterurus electricus*, según Cuvier y Valenciennes.

eje del cuerpo (*Gymnotus*) y tienen por lo tanto una posición horizontal; en el segundo son perpendiculares en dirección dorso-ventral (*Torpedo*). En tanto que la armadura fibrosa de tejido conjuntivo es el sustentáculo de los vasos nutricios y de los nervios ramificados en forma de red, la masa que lleva cada departamento ó cajita está formada de la placa eléctrica y de tejido gelatinoso, en el cual está aquélla como suspendida.

El líquido podrá compararse con el conductor húmedo de la columna de Volta, y la placa eléctrica con el elemento cobre-zinc de la misma. En estado reciente constituye la placa un disco homo-

géneo transparente con elevaciones papilares superficiales. La subs-

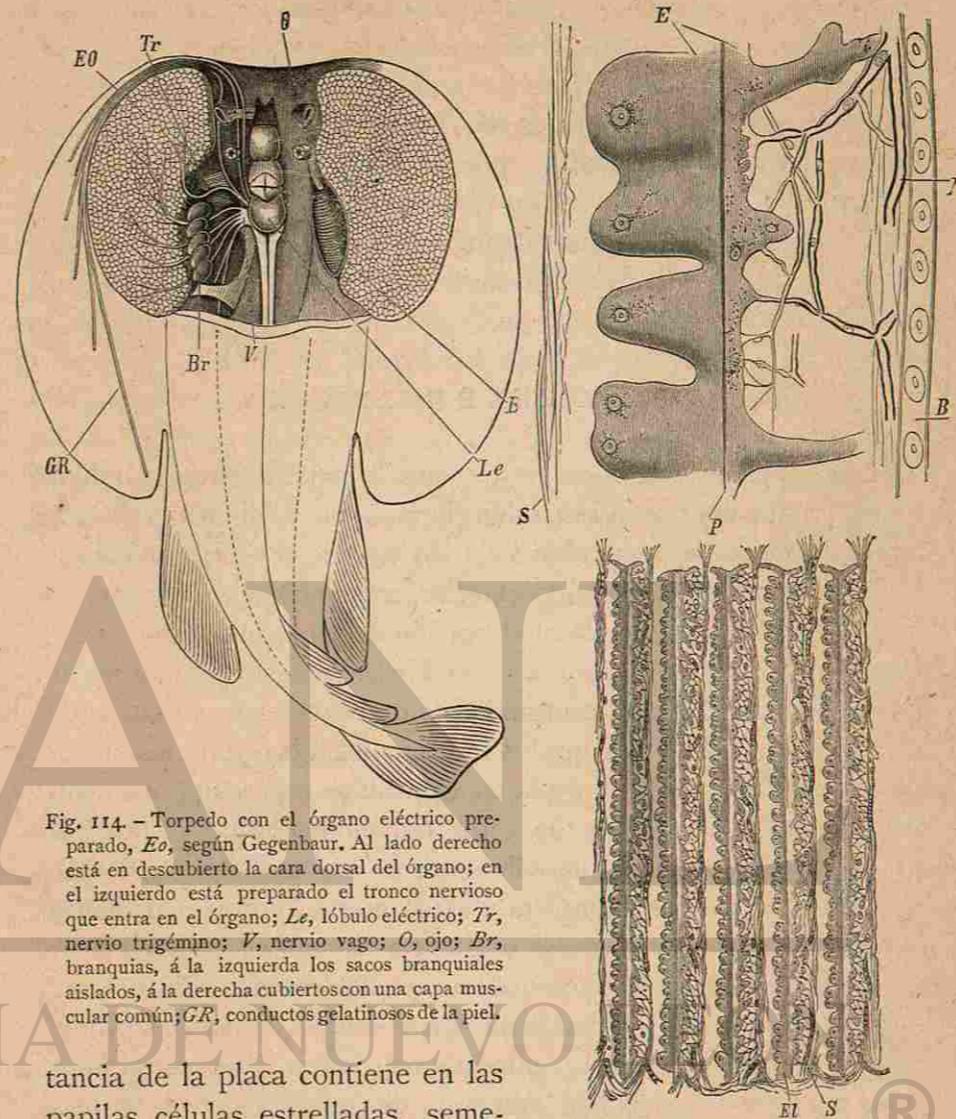


Fig. 114. - Torpedo con el órgano eléctrico preparado, Eo, según Gegenbaur. Al lado derecho está en descubierto la cara dorsal del órgano; en el izquierdo está preparado el tronco nervioso que entra en el órgano; Le, lóbulo eléctrico; Tr, nervio trigémino; V, nervio vago; O, ojo; Br, branquias, á la izquierda los sacos branquiales aislados, á la derecha cubiertos con una capa muscular común; GR, conductos gelatinosos de la piel.

tancia de la placa contiene en las papilas células estrelladas, semejantes á las amiboideas, y está dividida (*Gymnotus*) por una zona limitante intermedia (*línea de Pacini*) (fig. 115, Pl) en dos capas nerviosas, una anterior y otra posterior, que se continúa con las cajitas posteriores y en la cual terminan los nervios por dilataciones

Fig. 115. - Corte longitudinal del órgano eléctrico del *Gymnotus*. a, sección á través de una cajita en una preparación reciente, según Sachs. S, tabique fibroso transversal; N, nervio en el mismo; B, vaso sanguíneo; E, placa eléctrica con las papilas en ambas caras y la expansión nerviosa terminal en la cara posterior; P, línea de Pacini. - b, sección de una serie de cajitas consecutivas de una columna, á pequeño aumento, según Fritsch.

monticulosas á la manera de las placas motoras en los músculos estriados (fig. 115, a). Por efecto de la excitación nerviosa sujeta al dominio de la voluntad se desarrolla electricidad en la placa eléctrica, en forma de que el lado de la placa en que están situadas las expansiones terminales de los nervios se electriza siempre negativamente, y la opuesta, ó libre, positivamente. Como las placas están dirigidas en igual sentido en todas las cajitas, la suma del efecto en los polos de las columnas da lugar á un desarrollo considerable de electricidad, que descarga en el momento en que se ponen en contacto los dos polos.

VIDA PSÍQUICA É INSTINTO (1)

Los animales superiores no tienen sólo conciencia de la unidad de su organismo por la sensación de malestar ó bienestar, de placer ó de dolor; poseen además la facultad de conservar recuerdo de las impresiones del mundo exterior, transmitidas por los sentidos, y relacionarlas con la modificación de un estado corporal experimentado al mismo tiempo de recibir la impresión. La forma en que la irritabilidad de los organismos unicelulares se va elevando en lenta transición y por grados intermedios á las primeras manifestaciones de la sensación y la conciencia, se nos oculta por completo, como la naturaleza de estos fenómenos *psíquicos*, que por más que dependan de los movimientos de la materia, no tienen en ellos una explicación completa y satisfactoria. Nosotros podemos admitir con fundamento que la existencia de un sistema nervioso es condición ineludible para que se revelen estas modificaciones interiores, que podemos comparar con el estado de nuestro propio organismo á que damos el nombre de conciencia. Con los órganos de los sentidos y la facultad inherente de recibir de las causas exteriores, que obran como excitantes, impresiones de determinada índole, y con la facultad de conservar en la memoria reminiscencias de las impresiones percibidas, y de conservar en la imaginación el recuerdo de la impresión experimentada al tiempo de reci-

(1) W. Wundt: *Vorlesungen über die Menschen und Thierseele*, Leipzig, 1863; Derselbe: *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, Leipzig, 1887.

bir la impresión, tienen los animales todas las condiciones esencialmente fundamentales para las operaciones de la inteligencia y para casi todas las manifestaciones de los estados mentales del alma humana.

A la vez que manifestaciones conscientes de la voluntad, emanadas de la experiencia y de la actividad intelectual, las acciones de los animales obedecen en gran manera á impulsos interiores, que obran independientes de la conciencia y dan origen á multitud de actos en extremo complicados y siempre *útiles* al organismo. Se da el nombre de *instinto* (1) á estos impulsos dirigidos á la conservación del individuo y de la especie, y se establece una especie de antagonismo entre ellos y la razón consciente del hombre; pero como ésta no es nunca más que una potencia más elevada de la inteligencia, de la que no difieren cualitativamente, no es difícil comprender que el instinto y la razón consciente no son términos antagónicos, sino que más bien están en múltiples relaciones entre sí, y no es posible establecer entre ambos un límite marcado. Por más que se atribuya al instinto el ser por su naturaleza *inconsciente* é *innato*, se observa que ciertos actos sugeridos por un acto de inteligencia consciente llegan á ser fenómenos instintivos que se ejecutan inconscientemente, y que en armonía con la teoría de la descendencia, cuya probabilidad se afirma por el perfecto encadenamiento de los fenómenos naturales, el instinto ha sido reducido en sus principios, y merced á una actividad intelectual, siquiera sea limitada, se ha ido desarrollando hasta llegar á las altas y complicadas formas que son motivo de nuestra admiración en algunos animales superiores (himenópteros). Se puede, por tanto, definir el instinto un mecanismo inconsciente, adquirido por herencia, que se pone en juego en determinada forma por efecto de la reacción provocada por un excitante externo, y tiene por consecuencia un acto al parecer deliberado y conveniente para el organismo. No se debe olvidar, sin embargo, que los actos intelectuales dependen también de fenómenos mecánicos, y son por otra parte condiciones necesarias para que los instintos se eleven á mayor altura y

(1) Véase H. S. Reimarus: *Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere*, Hamburgo, 1773; P. Flourens: *De l'instinct et de l'intelligence des animaux*, París, 1851.

monticulosas á la manera de las placas motoras en los músculos estriados (fig. 115, a). Por efecto de la excitación nerviosa sujeta al dominio de la voluntad se desarrolla electricidad en la placa eléctrica, en forma de que el lado de la placa en que están situadas las expansiones terminales de los nervios se electriza siempre negativamente, y la opuesta, ó libre, positivamente. Como las placas están dirigidas en igual sentido en todas las cajitas, la suma del efecto en los polos de las columnas da lugar á un desarrollo considerable de electricidad, que descarga en el momento en que se ponen en contacto los dos polos.

VIDA PSÍQUICA É INSTINTO (1)

Los animales superiores no tienen sólo conciencia de la unidad de su organismo por la sensación de malestar ó bienestar, de placer ó de dolor; poseen además la facultad de conservar recuerdo de las impresiones del mundo exterior, transmitidas por los sentidos, y relacionarlas con la modificación de un estado corporal experimentado al mismo tiempo de recibir la impresión. La forma en que la irritabilidad de los organismos unicelulares se va elevando en lenta transición y por grados intermedios á las primeras manifestaciones de la sensación y la conciencia, se nos oculta por completo, como la naturaleza de estos fenómenos *psíquicos*, que por más que dependan de los movimientos de la materia, no tienen en ellos una explicación completa y satisfactoria. Nosotros podemos admitir con fundamento que la existencia de un sistema nervioso es condición ineludible para que se revelen estas modificaciones interiores, que podemos comparar con el estado de nuestro propio organismo á que damos el nombre de conciencia. Con los órganos de los sentidos y la facultad inherente de recibir de las causas exteriores, que obran como excitantes, impresiones de determinada índole, y con la facultad de conservar en la memoria reminiscencias de las impresiones percibidas, y de conservar en la imaginación el recuerdo de la impresión experimentada al tiempo de reci-

(1) W. Wundt: *Vorlesungen über die Menschen und Thierseele*, Leipzig, 1863; Derselbe: *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, Leipzig, 1887.

bir la impresión, tienen los animales todas las condiciones esencialmente fundamentales para las operaciones de la inteligencia y para casi todas las manifestaciones de los estados mentales del alma humana.

A la vez que manifestaciones conscientes de la voluntad, emanadas de la experiencia y de la actividad intelectual, las acciones de los animales obedecen en gran manera á impulsos interiores, que obran independientes de la conciencia y dan origen á multitud de actos en extremo complicados y siempre *útiles* al organismo. Se da el nombre de *instinto* (1) á estos impulsos dirigidos á la conservación del individuo y de la especie, y se establece una especie de antagonismo entre ellos y la razón consciente del hombre; pero como ésta no es nunca más que una potencia más elevada de la inteligencia, de la que no difieren cualitativamente, no es difícil comprender que el instinto y la razón consciente no son términos antagónicos, sino que más bien están en múltiples relaciones entre sí, y no es posible establecer entre ambos un límite marcado. Por más que se atribuya al instinto el ser por su naturaleza *inconsciente* é *innato*, se observa que ciertos actos sugeridos por un acto de inteligencia consciente llegan á ser fenómenos instintivos que se ejecutan inconscientemente, y que en armonía con la teoría de la descendencia, cuya probabilidad se afirma por el perfecto encadenamiento de los fenómenos naturales, el instinto ha sido reducido en sus principios, y merced á una actividad intelectual, siquiera sea limitada, se ha ido desarrollando hasta llegar á las altas y complicadas formas que son motivo de nuestra admiración en algunos animales superiores (himenópteros). Se puede, por tanto, definir el instinto un mecanismo inconsciente, adquirido por herencia, que se pone en juego en determinada forma por efecto de la reacción provocada por un excitante externo, y tiene por consecuencia un acto al parecer deliberado y conveniente para el organismo. No se debe olvidar, sin embargo, que los actos intelectuales dependen también de fenómenos mecánicos, y son por otra parte condiciones necesarias para que los instintos se eleven á mayor altura y

(1) Véase H. S. Reimarus: *Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere*, Hamburgo, 1773; P. Flourens: *De l'instinct et de l'intelligence des animaux*, París, 1851.

desarrollo. Las formas instintivas más rudimentarias son idénticas á una reacción de la materia viviente, consecutiva á la acción de un agente excitante, ó lo que es lo mismo, á la forma especial de los movimientos moleculares ocasionados por una influencia exterior.

Como resultado de fenómenos, parte instintivos y parte intelectuales, se explica la tendencia, tan frecuente en animales superiores (1), á la vida en sociedad, en la que multitud de individuos se asocian sólo para vivir ó para repartirse el trabajo (hormigas, avispas, abejas, hormigas blancas). Como en los seres de las colonias animales, unidos por continuidad del cuerpo, es en este caso necesario el concurso de todos para la conservación del conjunto. La ventaja que de esta reciprocidad de servicios resulta, no se limita á la mayor facilidad de nutrición y de defensa, ó sea á la conservación del individuo, sino que interesa en primera línea á la conservación de la descendencia y por tanto á la de la especie. Por esta razón, las asociaciones más simples y frecuentes, y de las que derivan las más complicadas para la división del trabajo, son las que consisten en la unión de animales de distinto sexo y de la misma especie.

REPRODUCCIÓN Y ÓRGANOS SEXUALES

Generación espontánea. — Dada la limitación de tiempo impuesto á la vida de cada organismo, es ineludiblemente necesario, para la conservación del mundo animal y vegetal, que se produzcan incessantemente nuevas vidas. La formación de nuevos organismos podría ser espontánea (*generatio æquivoca*), forma que en antiguos tiempos fué admitida no sólo respecto de los organismos inferiores sino también para los más elevados y de más complicada estructura. Aristóteles hizo producir ranas y anguilas al limo, y hasta Redi creyó que los gusanos de la carne putrefacta se formaban por

(1) Es completamente distinta, y puramente determinada por procesos de crecimiento, la formación de colonias en los animales inferiores de individualidad incompleta ó limitada, por más que es análoga la ventaja que de la unión reporta la conservación de la especie. Véanse las colonias de los vorticélidos, pólipos y sifonóforos, briozoos y tunicados.

generación espontánea. A medida que la ciencia fué progresando, se fué reduciendo el campo de la heterogenesis, quedando pronto limitado á los entozoarios é infusorios. El avance realizado por las investigaciones de los últimos decenios excluyó también á los seres últimamente mencionados del círculo de la generación equívoca, de modo que en la actualidad, cuando se trata la cuestión de la formación espontánea, sólo se ponen en tela de juicio los organismos microscópicos que se desarrollan en las infusiones putrefactas. La inmensa mayoría de los naturalistas (1) rechazan igualmente la generación equívoca respecto de estos últimos seres; pero esta teoría tiene un ardiente defensor en Pouchet (2).

En antagonismo con la generación equívoca encuéntrase la *generación sexual*, ó sea la *reproducción*, que hemos de considerar como la forma normal y generalmente esparcida. En el fondo no es este modo de reproducción otra cosa que un crecimiento del organismo que traspasa la esfera de la individualidad, y se puede mirar como el desprendimiento de una parte del cuerpo, que se transforma en un individuo semejante al del cuerpo padre de quien procede. La forma y modo de realizarse esta nueva formación es en extremo diversa, y se pueden distinguir varias formas de reproducción: *división*, *gemación* (*formación de esporos*) y *reproducción sexual* ó *dígena* (3).

La *división*, que al par que la gemación y esporificación se designa con el nombre de *reproducción monógena* (*asexual*), se encuentra extendida entre los animales más inferiores, así entre los protozoos como en los metazoos, con tejidos poco diferenciados, y es la forma de multiplicación de la célula. De un primer organismo mediante una estrangulación cada vez más profunda de todo el cuerpo, y que conduce á su división, se producen dos individuos, por lo general iguales, en cuya vida se continúa la vida del ser primitivo. Si queda incompleta la división y los productos de ella no

(1) Véase especialmente Pasteur: *Memoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Ann. des sc. nat.*, 1861, y además: *Experiences relatives aux generations dites spontanées. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, tomo 50.

(2) Pouchet: *Nouvelles experiences sur la generation spontanée et la resistance vitale*, París, 1864.

(3) Véase el artículo: *Zeugung*, de R. Leuckart, en R. Wagner: *Handwörterbuch der Physiologie*.

desarrollo. Las formas instintivas más rudimentarias son idénticas á una reacción de la materia viviente, consecutiva á la acción de un agente excitante, ó lo que es lo mismo, á la forma especial de los movimientos moleculares ocasionados por una influencia exterior.

Como resultado de fenómenos, parte instintivos y parte intelectuales, se explica la tendencia, tan frecuente en animales superiores (1), á la vida en sociedad, en la que multitud de individuos se asocian sólo para vivir ó para repartirse el trabajo (hormigas, avispas, abejas, hormigas blancas). Como en los seres de las colonias animales, unidos por continuidad del cuerpo, es en este caso necesario el concurso de todos para la conservación del conjunto. La ventaja que de esta reciprocidad de servicios resulta, no se limita á la mayor facilidad de nutrición y de defensa, ó sea á la conservación del individuo, sino que interesa en primera línea á la conservación de la descendencia y por tanto á la de la especie. Por esta razón, las asociaciones más simples y frecuentes, y de las que derivan las más complicadas para la división del trabajo, son las que consisten en la unión de animales de distinto sexo y de la misma especie.

REPRODUCCIÓN Y ÓRGANOS SEXUALES

Generación espontánea. — Dada la limitación de tiempo impuesto á la vida de cada organismo, es ineludiblemente necesario, para la conservación del mundo animal y vegetal, que se produzcan incessantemente nuevas vidas. La formación de nuevos organismos podría ser espontánea (*generatio æquivoca*), forma que en antiguos tiempos fué admitida no sólo respecto de los organismos inferiores sino también para los más elevados y de más complicada estructura. Aristóteles hizo producir ranas y anguilas al limo, y hasta Redi creyó que los gusanos de la carne putrefacta se formaban por

(1) Es completamente distinta, y puramente determinada por procesos de crecimiento, la formación de colonias en los animales inferiores de individualidad incompleta ó limitada, por más que es análoga la ventaja que de la unión reporta la conservación de la especie. Véanse las colonias de los vorticélidos, pólipos y sifonóforos, briozoos y tunicados.

generación espontánea. A medida que la ciencia fué progresando, se fué reduciendo el campo de la heterogenesis, quedando pronto limitado á los entozoarios é infusorios. El avance realizado por las investigaciones de los últimos decenios excluyó también á los seres últimamente mencionados del círculo de la generación equívoca, de modo que en la actualidad, cuando se trata la cuestión de la formación espontánea, sólo se ponen en tela de juicio los organismos microscópicos que se desarrollan en las infusiones putrefactas. La inmensa mayoría de los naturalistas (1) rechazan igualmente la generación equívoca respecto de estos últimos seres; pero esta teoría tiene un ardiente defensor en Pouchet (2).

En antagonismo con la generación equívoca encuéntrase la *generación sexual*, ó sea la *reproducción*, que hemos de considerar como la forma normal y generalmente esparcida. En el fondo no es este modo de reproducción otra cosa que un crecimiento del organismo que traspasa la esfera de la individualidad, y se puede mirar como el desprendimiento de una parte del cuerpo, que se transforma en un individuo semejante al del cuerpo padre de quien procede. La forma y modo de realizarse esta nueva formación es en extremo diversa, y se pueden distinguir varias formas de reproducción: *división*, *gemación* (*formación de esporos*) y *reproducción sexual* ó *dígena* (3).

La *división*, que al par que la gemación y esporificación se designa con el nombre de *reproducción monógena* (*asexual*), se encuentra extendida entre los animales más inferiores, así entre los protozoos como en los metazoos, con tejidos poco diferenciados, y es la forma de multiplicación de la célula. De un primer organismo mediante una estrangulación cada vez más profunda de todo el cuerpo, y que conduce á su división, se producen dos individuos, por lo general iguales, en cuya vida se continúa la vida del ser primitivo. Si queda incompleta la división y los productos de ella no

(1) Véase especialmente Pasteur: *Memoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Ann. des sc. nat.*, 1861, y además: *Experiences relatives aux generations dites spontanées. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, tomo 50.

(2) Pouchet: *Nouvelles experiences sur la generation spontanée et la resistance vitale*, París, 1864.

(3) Véase el artículo: *Zeugung*, de R. Leuckart, en R. Wagner: *Handwörterbuch der Physiologie*.

llegan á desprenderse por completo, se presentan las condiciones para la formación de una colonia, que sigue aumentando dicotómicamente en tamaño y número de individuos por la división sucesivamente incompleta de los individuos nuevamente formados (vorticélinas, colonias de pólipos). La división puede efectuarse en distintas direcciones: longitudinal, transversal ó diagonalmente.

La *gemación* se diferencia de la división en el crecimiento previo, irregular y unilateral del cuerpo, por formación de una porción que se desarrolla hasta formar un nuevo individuo, y éste llega á adquirir autonomía propia por efecto de la estrangulación y división, quedando constituido en animal hijo. Si no se desprende el retoño formado, se reunen como antes las condiciones para la formación de una colonia animal (*colonias de pólipos*). La gemación se realiza unas veces en puntos distintos de la superficie exterior del cuerpo, irregularmente ó con sujeción á leyes determinadas (*ascidias, colonias de pólipos*), y otras se localiza en una parte del cuerpo que hace el papel de tronco germinal (*estolón prolífero de las salpas*). En los rudimentos del germen germiníparo se repiten las capas celulares de la hojilla germinal, de las que más tarde se diferencian los órganos.

La reproducción por esporos ó células germinales está caracterizada por la formación, en el interior del organismo, de células, que antes ó después de salir de él se desarrollan para formar nuevos individuos. El concepto de esporo, tomado del reino vegetal, sólo podrá aplicarse á los protozoarios unicelulares (*gregarinos*). Los casos de la pretendida reproducción esporífica en el orden de los metazoarios (tubo esporífero de los trematodes), entran probablemente en la ovogénesis y se podrán referir á la madurez prematura y desarrollo espontáneo de los huevos (partenogénesis, pedogénesis).

La *reproducción sexual ó dígena* consiste en la formación de dos células germinales diversas, cuya reunión es necesaria para el desarrollo de un nuevo organismo. Una de las formas de las células germinativas es la que contiene el material que ha de producir el nuevo individuo, *ovicélula* (ó mal llamado *huevo*); la segunda es el elemento fecundante (*célula seminal*), que se mezcla con el contenido de la oviceélula y, en virtud de una influencia que nos es des-

conocida, da impulso al desarrollo del huevo. Las capas celulares de donde toman origen el huevo y el esperma corresponden á los *órganos sexuales*, que según las dos formas de gérmenes se llaman *femeninos* los que producen el huevo (*ovarios*) y *masculinos* los que producen el semen (*testículos*). El *huevo* es el producto femenino y el *esperma* el masculino.

El origen de la reproducción dígena, que rige en todos los metazoarios, se puede encontrar sin duda en las colonias celulares de los protozoos y protofitos, de los cuales derivan al parecer los metazoos. El fenómeno de la conjugación de dos células, al parecer iguales, tal como ocurre en las conjugadas entre las algas, es probablemente la forma inicial de la reproducción dígena, que induce á creer que la oviceélula y la célula espermática son formas desiguales de células germinativas iguales. La misma interpretación puede aplicarse á la conjugación de dos infusorios, que tras una previa fusión vuelven por lo general á separarse. La conjugación de células germinativas diferentes está muy extendida en las plantas inferiores, y en particular ha sido observada en las colonias de volvocíneas (flagelados). En el *Volvox*, por ejemplo, algunos individuos celulares se desarrollan para formar células reproductivas, que, desprendidas de su unión con las demás, llegan á la cavidad interna de la esfera y se convierten en oviceélulas, ó mediante escisión en pelotones de células seminales ó espermatozoos.

Según lo expuesto, ha debido efectuarse la separación de las células sexuales en los metazoarios en un período muy rudimentario en que se mantenía aún igual la conformación de las demás células, y ha debido representar la primera división de trabajo del material celular, dividido en capas más tarde, después de haberse manifestado la reproducción dígena.

La estructura de los órganos sexuales es extremadamente diversa y ofrece múltiples grados de progresiva complicación. En su expresión más simple se reduce á aglomeraciones de células sexuales que aparecen en las paredes celulares del cuerpo, y son ya designadas en esta forma primitiva con los nombres de testículos y ovarios. La pared celular aparece en ciertos puntos como asilo germinal para las células seminales y para las oviceélulas (*celenterados*), y procede unas veces del ectodermo (*medusas hidroides*) y otras

del endodermo (*acalefos, antozoarios*). Otro tanto ocurre con los policaetes marinos, en que el epitelio de la cavidad produce las células sexuales y los huevos, que caen en la cavidad luego de llegada la madurez. Para satisfacer la necesidad de gran desarrollo de superficies, toman la estructura de glándulas con conductos excretores, sin prestar todavía otros trabajos sexuales que segregar las dos sustancias de la reproducción (*equinodermos*). En un grado más elevado se agregan á las glándulas que preparan el huevo y el

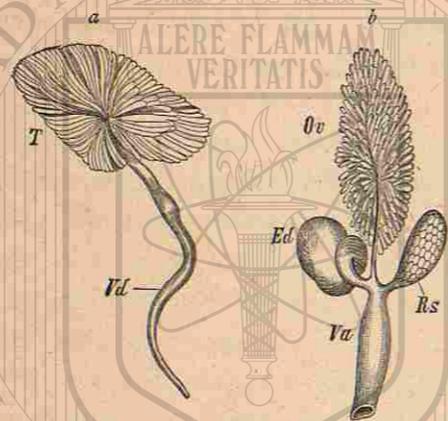


Fig. 116. — Órganos sexuales de un heterópodo (*Pleurotrachea*), según R. Leuckart. *a*, del macho: *T*, testículo; *Vd*, conducto deferente. *b*, de la hembra: *Ov*, ovario; *Ed*, glándula de albúmina; *Rs*, receptáculo del semen; *Va*, vagina.

semen otros aparatos conductores más complicados, que se encargan de trabajos dirigidos al ulterior destino de los productos sexuales segregados y al encuentro de las sustancias reproductivas, así como glándulas que se desarrollan en las paredes de los mismos ó como apéndices especiales (fig. 116). A los ovarios llegan las trompas ú oviductos, ya como conductos directamente relacionados con ellos ó procedentes de conductos extraños, que primitivamente sirven para funciones completamente distintas (órganos de segmentación). En su trayecto se intercalan á menudo glándulas de diversa especie, que proporcionan á la ovicélula el vitelo (*vitelogenos*), ó lo envuelven en albúmina, ó suministran la substancia para la formación de una cáscara (*corión*). Estas funciones pueden también ser desempeñadas por la pared del ovario (insectos), de modo que el huevo, al entrar en el oviducto, lleva ya su vitelo y su cáscara. Las vías conductoras atienden á diferentes trabajos y se fraccionan para ello en varias secciones: á menudo se dilatan en su trayecto formando un reservorio para conservar el huevo (cámara incubadora) ó el embrión durante su desarrollo (útero), al paso que su sección terminal ofrece adaptaciones especiales para favorecer la fecundación (*receptáculo seminal, vagina, bolsa copulatoria, partes genitales ex-*

ternas). Los conductos excretores del testículo, *conductos deferentes*, forman igualmente reservorios (*vesículas seminales*), y tienen glándulas (*próstata*), cuya secreción se mezcla con el semen ó le forman envolturas protectoras (*espermátóforos*). La porción terminal del conducto deferente se convierte mediante una musculatura enérgica en un conducto *eyaculador*, al cual se agregan en general órganos externos de copulación para la conveniente transmisión del líquido seminal á los órganos sexuales femeninos (fig. 117).

Hermafroditismo.

— La forma más simple y primitiva de aparición de los órganos sexuales es el *hermafroditismo*. En el cuerpo del mismo individuo (*hermafrodita*) se producen el huevo y el semen. El individuo reúne en sí todas las condiciones para la conservación de la especie, que él representa por sí

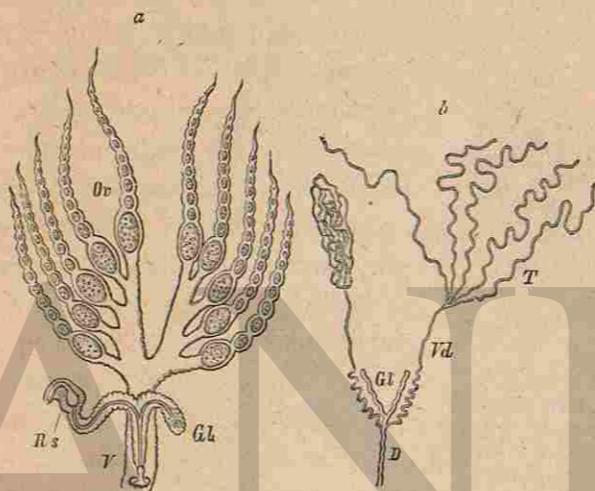


Fig. 117. — *a*, órganos sexuales femeninos del piojo, según Stein. *Ov*, tubos ovígeros; *Rs*, receptáculo del semen; *V*, vagina; *Gl*, glándulas accesorias. — *b*, aparato genital masculino de la *Nepa*, según Stein. *T*, testículo; *Vd*, conductos deferentes; *Gl*, glándulas anexas; *D*, conducto eyaculador.

solo. Encontramos el hermafroditismo en todos los órdenes animales, pero más especialmente en los inferiores, y de ellos en los que tienen movimientos lentos (caracoles terrestres y acuáticos, opistobranquios, turbelarias, hirudíneas, oligocetes), en los parásitos (cestodes y trematodes), ó en los que viven adheridos y carecen de toda libre locomoción (ostras, cirrípedos, briozoos, tunicados). Las relaciones mutuas de los órganos masculinos y femeninos reunidos en un mismo individuo, presentan múltiples variedades, que van acercándose por lenta gradación á la independencia de los sexos. En los casos más sencillos, los recintos germinativos de los dos distintos productos sexuales están situados uno junto al otro,

en términos que el semen y el huevo se ponen directamente en contacto en el cuerpo del animal hermafrodita (ctenóforos, *chrysaora*). Ambas clases de sustancias sexuales se producen en capas celulares determinadas por debajo del revestimiento endodérmico de la cavidad gastrovascular y se pueden atribuir á proliferaciones del endodermo ó del ectodermo. En un grado más elevado están re-

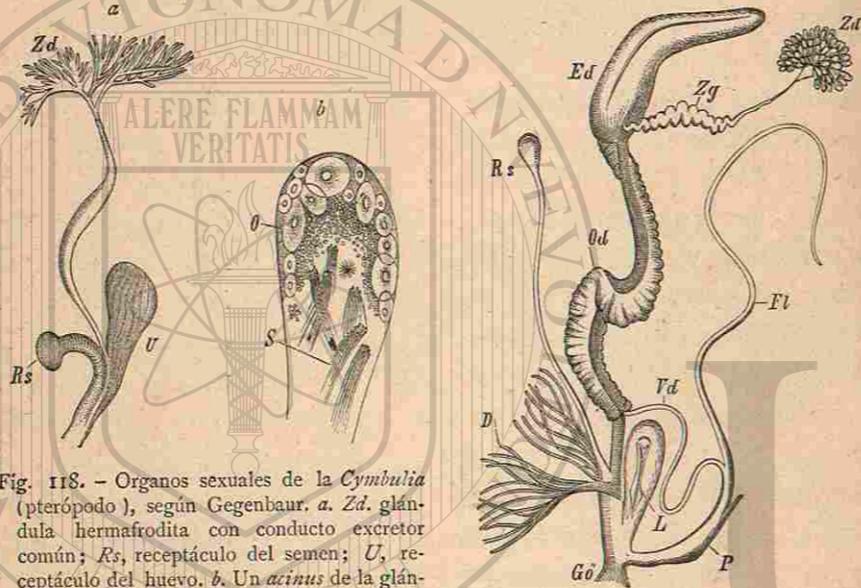


Fig. 118. - Organos sexuales de la *Cymbulia* (pterópodo), según Gegenbaur. a. *Zd*, glándula hermafrodita con conducto excretor común; *Rs*, receptáculo del semen; *U*, receptáculo del huevo. b. Un acinus de la glándula hermafrodita; *O*, huevo; *S*, filamentos seminales.

unidos los ovarios y los testículos constituyendo una glándula hermafrodita (*Synapta*, pterópodos, opistobranquios, pulmonados); al principio existe un conducto excretor común (pterópodos tecosomos, ó provistos de concha) (fig. 118) del cual se separan de diversa manera, sin embargo, en muchos opistobranquios y pulmonados, un conducto deferente y un oviducto, que desembocan en una cloaca común (fig. 119). En otros casos se separan los ovarios y los testículos, constituyendo glándulas separadas, y sus conductos excretores se mantienen completamente separados. La abertura sexual puede ser aún una cloaca común (cestodes, trematodes, rabdoceles, dendroceles, monogóno-

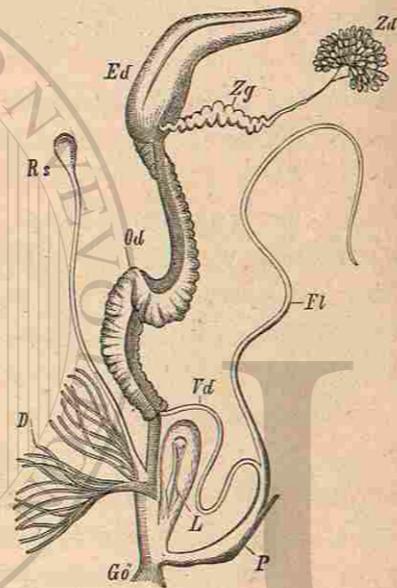


Fig. 119. - Organos sexuales del *Helix pomatia*. *Zd*, glándula hermafrodita; *Zg*, conducto excretor de la misma; *Ed*, glándula de albúmina; *Od*, conducto y ranura deferente; *Vd*, conducto deferente; *P*, pene protractil; *Fl*, flagelo; *Rs*, receptáculo del semen; *L*, dardo en su bolsa; *D*, glándulas digitadas adyacentes al último; *Go*, abertura genital común.

paros) (fig. 120) ó hallarse separadas una de otra las dos aberturas (dendroceles, hirudíneas, oligocetes) (fig. 121). En todas estas modificaciones parece lo general el cruzamiento de los dos individuos hermafroditas, que recíprocamente fecundan y son fecundados al mismo tiempo; pero hay ejemplos, siquiera sean poco numerosos, de hermafroditas que se bastan á sí propios para engendrar su descendencia. En todo caso parece excepcional este ejemplo de hermafroditismo, y aun en el caso de separación incompleta de los testículos y los ovarios, la diferencia de época de la madurez de los dos sexos hace necesaria la cópula de dos individuos (*gasterópodos*, *salpas*).

Esta disposición fisiológica del hermafroditismo es ya un paso hacia la separación de los sexos, y morfológicamente se llega al desarrollo unisexual mediante el desarrollo de una especie de órganos sexuales y la atrofia del otro (*Distomum filicolle* y *hamatobium*), quedando con frecuencia vestigios de disposición hermafrodita, como puede comprobarse en

los vertebrados por los conductos excretores de los órganos sexuales. En los anfibios y vertebrados superiores se encuentran conductos masculinos y femeninos, que se han formado secundariamente á costa de los conductos de los riñones embrionarios. El oviducto (conducto de Müller) se atrofia en los machos hasta quedar reducido á débiles vestigios, al paso que en el sexo femenino se atrofia el conducto deferente (conducto de Wolf), ó queda, según sucede en los anfibios, como conducto excretor de la secreción urinaria (fig. 122, a, b).

Separación de los sexos. - Con la separación de los órganos se-

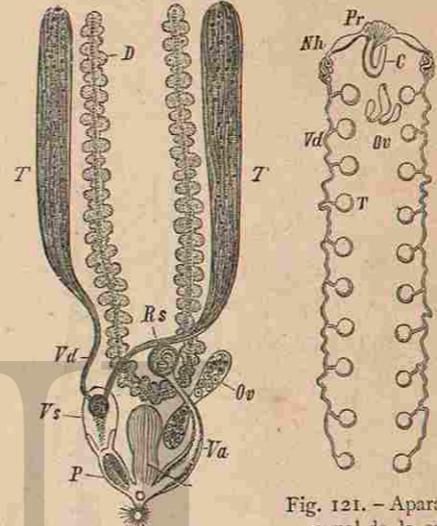


Fig. 120. - Aparato genital del *Vortex viridis*, según Schultze. *T*, testículo; *Vd*, conducto deferente; *Vs*, vesícula seminal; *P*, pene protractil; *Ov*, ovario; *Va*, vagina; *U*, útero; *D*, vitelógeno; *Rs*, receptáculo del semen.

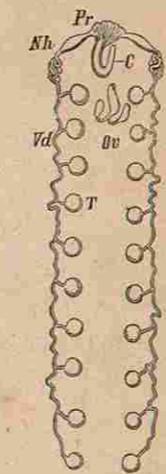


Fig. 121. - Aparato sexual de la sanguijuela. *T*, testículo; *Vd*, conducto deferente; *Nh*, epididimo; *Pr*, prostata; *C*, cirrus; *Ov*, ovario con la vagina y orificio genital femenino.

xuales masculinos y femeninos en individuos distintos, alcanza la

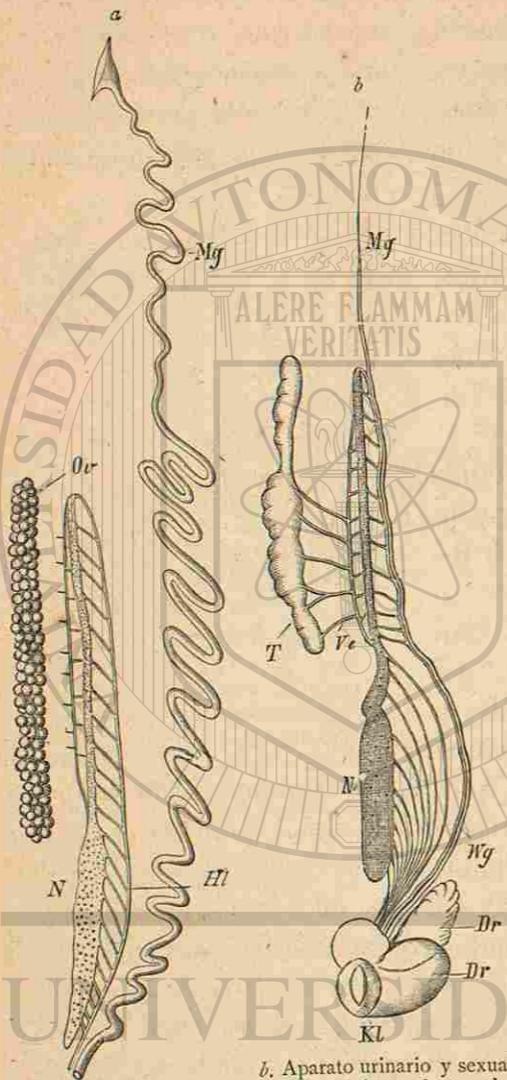


Fig. 122. - a. Aparato urinario y sexual del lado izquierdo de una salamandra hembra, sin cloaca. *Ov*, ovario; *N*, riñones; *Ur*, urétere, correspondiente al conducto de Muller; *Mg*, el conducto de Muller convertido en oviducto.

b. Aparato urinario y sexual de una salamandra macho (casi esquemático). *T*, testículo; *Ve*, conductos deferentes; *N*, riñón con los conductillos colectores; *Mg*, conducto de Muller; *Wg*, conducto de Wolf; *Dr*, ó deferente; *Kl*, cloaca con glándulas accesorias; *Dr*, cloaca del lado izquierdo.

producción sexual su forma más perfecta en la vía de la división del trabajo; pero además se prepara un dimorfismo, cada vez más acentuado, de los individuos de uno y otro sexo, cuya organización siente cada vez más la influencia de la diversidad de funciones sexuales; y al llegar á su último grado la vida sexual se transforma para el ejercicio de funciones accesorias que están ligadas con la producción del semen y del huevo.

Determina en primer término el complemento de los caracteres sexuales accesorios y del dimorfismo sexual la completa separación de los conductos y la división, á ella consiguiente, del trabajo fisiológico. Los animales machos y hembras difieren entre sí, no sólo por el aparato sexual sino también por otros órganos y en diversos sentidos, relacionados con una serie de funciones que caracterizan la vida sexual.

La hembra, que en el coito recibe el semen, se mantiene por lo general más pasiva, como parte paciente que alberga en sí el material formativo de la descendencia,

cia, y tiene la misión de velar por el desarrollo de los huevos fecundados y por la suerte ulterior de la cría que viene á la vida. De aquí que el cuerpo de las hembras tenga formas más abultadas y esté provisto de aparatos adecuados para el amparo y alimentación de la cría, que unas veces sale de huevos, que la hembra depone ó lleva consigo, y otras adquiere todo su desarrollo en el interior del cuerpo de la madre y sale viva al mundo. Los aparatos peculiares del macho tienen por objeto buscar á la hembra, excitarla y dominarla para la cópula; por eso es mayor su fuerza, más ágil la

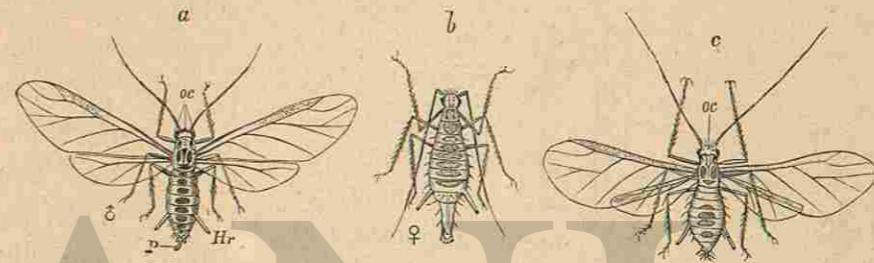


Fig. 123. - a. Macho del *Aphis platanoides*; *Oc*, ocelas; *Hr*, tubillos de miel; *P*, órgano copulador. - b. Hembra ovípara del mismo, sin alas. - c. Hembra vivípara (nodriza) del *Aphis platanoides*; *Oc*, ocelas.

movilidad de su cuerpo, más aventajado el desarrollo de sus sentidos, y posee además diferentes medios de estímulo, como colores intensos, voz clara y sonora, y por último aparatos para asir y sujetar, y órganos externos de copulación (fig. 123, a, b).

Las antítesis sexuales son tan considerables en los animales superiores, que han podido justificar la opinión de que el sexo ejerce su influjo en la esencia total del individuo y reside en cada una de sus partes, ya sea masculino, ya femenino. La consecuencia remota de tal hipótesis lleva á poner en duda la existencia del hermafroditismo, considerándolo como imposible. Por más que semejante opinión haya sido abandonada, hay aún naturalistas que, partiendo de ciertas premisas, consideran la separación de los sexos como la forma primitiva de la reproducción sexual y el hermafroditismo como una excepción secundaria (J. Müller). Lo injustificado de esta hipótesis (1) se demuestra, no sólo por la completa correlación de las

(1) No es necesario recordar que hay formas de hermafroditismo no secundarias, procedentes de animales sexualmente distintos, como sucede en los cirrípedos.

manifestaciones, sino también por el hecho de que pueden ser muy distintos los sentidos en que diverjan los dos sexos, y en algunos casos se manifieste en ambos la inversión completa de las funciones accesorias de la vida sexual.

En casos excepcionales desempeñan los machos funciones que se refieren al cuidado de la cría y á la conservación de la descendencia, como, por ejemplo, en el sapo parturiente (*Alytes obstetricans*) y en los lofobranquios. Los machos, entre los pájaros, contribuyen con las hembras á construir el nido, á incubar los huevos y á proteger á los pequeñuelos. Que el nido sea construido exclusivamente por el macho, como el *Cottus* y el *Gasterosteus*, y que á él competa también exclusivamente la protección y defensa de la cría, es igualmente una excepción; pero nos da una expresión testimonial de que las diferencias sexuales, así en la forma como en las funciones especiales encomendadas á cada sexo, no se fundan en una ley originariamente impuesta á los dos sexos, y son únicamente el resultado de hábitos sexuales ó condiciones de adaptación adquiridas por selección.

En último extremo, el dimorfismo sexual puede inferir divergencias de tal naturaleza entre los animales de distinto sexo, que á ser desconocido su desarrollo y relaciones sexuales se les colocaría en diferentes especies y familias. Estas diferencias extremas se presentan en los rotíferos y en los copépodos parásitos (*Chondracanthus, Lernaeopoda*) (fig. 124, a, b, c).

La diversidad de los dos grupos de individuos que representan y conservan la especie, cuya copulación y recíproca influencia era conocida mucho tiempo antes de que fuera posible darse cuenta de la esencia de la reproducción, ha sido designada con el nombre de *sexo*, de donde se ha derivado el adjetivo *sexual* para designar los órganos y modo de la reproducción.

En realidad, la reproducción sexual no es otra cosa que una *forma especial del crecimiento*. Las células que quedan en libertad en estado de huevos y de espermatozoos representan las dos formas de células germinativas, que en virtud de su acción recíproca en el acto de la fecundación, preparan el desarrollo de un nuevo organismo. El huevo es, sin embargo, apto para desarrollarse espontáneamente en ciertas condiciones, como la simple célula ger-

minativa; de ello ofrecen ejemplo los casos conocidos de *partenogénesis* en los insectos y crustáceos (*Apus, Artemia*, huevos de estío de los *cladoceros* y *rotíferos*). Para el concepto de la ovicélula sobra por consiguiente la necesidad de la fecundación, y no queda desde el punto de vista fisiológico base alguna de criterio que la distinga de la célula germinativa. Se suele atribuir un valor decisivo al lugar en que tiene su origen en el *órgano sexual* y en el cuerpo femenino (himenópteros, psíquidos, quermes, cochinillas); pero con este

punto de vista morfológico no se ha logrado el objeto en todos los casos particulares. La determinación del concepto de órgano sexual no es en manera alguna sencilla y fácilmente asequible. En primera línea es aplicable á este concepto la antítesis de las dos diferentes células sexuales. Si

falta la célula sexual masculina y con ella la necesidad de la fecundación, en los casos en que la división del órgano que produce las células aptas para la evolución puede referirse por analogía á los órganos femeninos, habremos de decidir si lo que tenemos á la vista es un germígeno y un animal que se reproduce asexualmente ó un ovario y una verdadera hembra cuyos huevos tienen la facultad de evolucionar espontáneamente. La resolución de la duda sólo es posible mediante la comparación con el modo de reproducción de formas animales afines. En los pulgones ó afidos hay una genera-

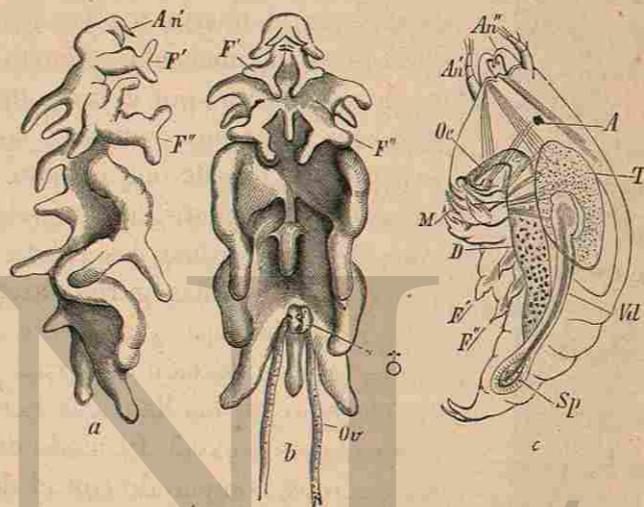


Fig. 124. - Los dos sexos del *Chondracanthus gibossus*; la hembra aumentada unas seis veces. - a, hembra vista de lado. - b, la misma vista por la cara abdominal con el macho adherido ♂. - c, macho aislado, á gran aumento. An' antenas anteriores; An'', antenas tenazas; F', F'', los dos pares de patas; A, ojos; Ov, oviductos; M, parte bucal; Oe, esófago; D, intestino; T, testículo; Vd, conducto deferente; Sp, espermatóforo en su saco.

ción de individuos vivíparos que se diferencian seguramente de las hembras ovíparas aptas para la cópula y la fecundación, pero están dotados de órganos de reproducción formados según el tipo de los ovarios, y cuya particularidad consiste sobre todo en la carencia de aparatos para la cópula y la fecundación (juntamente con la no

existencia de animales machos) (fig. 123, c). Las células reproductivas tienen en los órganos llamados antiguamente germígenos y más tarde *seudo-ovarios*, un origen enteramente análogo al de los huevos en el ovario, y sólo se diferencian de los huevos en la iniciación prematura del desarrollo embrionario. Será por lo tanto más acertado considerar los individuos vivíparos como hembras *agamas* modificadas de una manera especial y organizadas para prescindir de la cópula y de la fecundación, y no subordinar las células reproductoras al concepto de células germinativas (como lo había hecho Steenstrup), y se podrá decir que en los afidos la reproducción es sexual y partenogenética (por medio de las llamadas nodrizas) en vez de decir que es asexual. El modo de reproducción de los quermes comparado con el de los afidos, especialmente del género *Pemphigus*, pone fuera de duda la exactitud de esta interpretación.



Fig. 125. - Larvas vivíparas de *Cecydomia* (*Miastor*), según A. Pagensstecher. Tl, larvas hijas desarrolladas en el ovario embrionario.

Análogas condiciones existen respecto de las larvas de *Cecydomia*, que engendran hijos vivos. El esbozo embrionario de las glándulas sexuales, á través de transformaciones que se refieren á la estructura de los ovarios y al modo de formación de los huevos, da desde muy temprano un número de células reproductoras que se desarrollan inmediatamente en larvas (fig. 125). El ovario retrocede en cierto modo á la significación de capa de células germinativas, y no es inverosímil que muchos productos considerados como esporos ó células germinativas (en las redias y esporocistos) corresponden á estados embrionarios del ovario con oviductos aptas para la evolución espontánea.

DESARROLLO

Resulta de los hechos de reproducción sexual que se ha de considerar la célula como punto de partida del organismo en evolución. Espontáneamente, ó bajo la influencia de la fecundación, se inicia en el contenido de la oviducto una serie de cambios, cuyo último resultado es el esbozo del cuerpo del embrión. Estos cambios consisten en un proceso de multiplicación celular que se realiza en el contenido de la oviducto, ó en la parte protoplasmática del vitelo, y se conoce con el nombre de *segmentación vitelina*.

Formación del cuerpo director. - Durante mucho tiempo han permanecido envueltas en la incertidumbre la manera de conducirse la vesícula germinativa al principio de la segmentación y las relaciones de ella con los núcleos de las primeras células de segmentación. Carecíase también de datos suficientes para juzgar de los cambios y término final de los cuerpos seminales que en el acto de la fecundación penetran en el vitelo. Numerosas investigaciones practicadas en estos últimos años, y en particular las de Butschli, O. Hertwig, Fol y otros, han arrojado alguna luz sobre este proceso, hasta entonces envuelto en tinieblas. Así como hasta esta época se suponía que la vesícula germinativa desaparecía, y se formaba en el huevo, maduro y próximo á la segmentación, un núcleo nuevo independiente de aquélla, y sólo para casos excepcionales (*sifonóforos, entoconcha*) se admitía la persistencia de la vesícula germinativa y su participación en la formación del núcleo, observaciones más proliferas, practicadas en huevos de gran número de animales, han demostrado que la vesícula germinativa del huevo maduro no desaparece, sino que sufre modificaciones, y su masa principal, juntamente con partes protoplasmáticas del vitelo, sale del huevo formando lo que se ha llamado *corpúsculos directores* ó células polares (fig. 126). Este proceso se realiza en forma de división celular. La vesícula germinativa se convierte en un huso nuclear, que se adapta á la superficie del llamado polo animal del huevo. Una parte del huso, junto con una pequeña aréola de plasma, es expulsada en forma de figura radiada. Ex-

ción de individuos vivíparos que se diferencian seguramente de las hembras ovíparas aptas para la cópula y la fecundación, pero están dotados de órganos de reproducción formados según el tipo de los ovarios, y cuya particularidad consiste sobre todo en la carencia de aparatos para la cópula y la fecundación (juntamente con la no existencia de animales machos) (fig. 123, c). Las células reproductivas tienen en los órganos llamados antiguamente germígenos y más tarde *seudo-ovarios*, un origen enteramente análogo al de los huevos en el ovario, y sólo se diferencian de los huevos en la iniciación prematura del desarrollo embrionario. Será por lo tanto más acertado considerar los individuos vivíparos como hembras *agamas* modificadas de una manera especial y organizadas para prescindir de la cópula y de la fecundación, y no subordinar las células reproductoras al concepto de células germinativas (como lo había hecho Steenstrup), y se podrá decir que en los áfidos la reproducción es sexual y partenogenética (por medio de las llamadas nodrizas) en vez de decir que es asexual. El modo de reproducción de los quermes comparado con el de los áfidos, especialmente del género *Pemphigus*, pone fuera de duda la exactitud de esta interpretación.



Fig. 125. - Larvas vivíparas de *Cecydomia* (*Miastor*), según A. Pagentecher. Tl, larvas hijas desarrolladas en el ovario embrionario.

Análogas condiciones existen respecto de las larvas de *Cecydomia*, que engendran hijos vivos. El esbozo embrionario de las glándulas sexuales, á través de transformaciones que se refieren á la estructura de los ovarios y al modo de formación de los huevos, da desde muy temprano un número de células reproductoras que se desarrollan inmediatamente en larvas (fig. 125). El ovario retrocede en cierto modo á la significación de capa de células germinativas, y no es inverosímil que muchos productos considerados como esporos ó células germinativas (en las redias y esporocistos) corresponden á estados embrionarios del ovario con oviductos aptas para la evolución espontánea.

DESARROLLO

Resulta de los hechos de reproducción sexual que se ha de considerar la célula como punto de partida del organismo en evolución. Espontáneamente, ó bajo la influencia de la fecundación, se inicia en el contenido de la oviducto una serie de cambios, cuyo último resultado es el esbozo del cuerpo del embrión. Estos cambios consisten en un proceso de multiplicación celular que se realiza en el contenido de la oviducto, ó en la parte protoplasmática del vitelo, y se conoce con el nombre de *segmentación vitelina*.

Formación del cuerpo director. - Durante mucho tiempo han permanecido envueltas en la incertidumbre la manera de conducirse la vesícula germinativa al principio de la segmentación y las relaciones de ella con los núcleos de las primeras células de segmentación. Carecíase también de datos suficientes para juzgar de los cambios y término final de los cuerpos seminales que en el acto de la fecundación penetran en el vitelo. Numerosas investigaciones practicadas en estos últimos años, y en particular las de Butschli, O. Hertwig, Fol y otros, han arrojado alguna luz sobre este proceso, hasta entonces envuelto en tinieblas. Así como hasta esta época se suponía que la vesícula germinativa desaparecía, y se formaba en el huevo, maduro y próximo á la segmentación, un núcleo nuevo independiente de aquélla, y sólo para casos excepcionales (*sifonóforos*, *entoconcha*) se admitía la persistencia de la vesícula germinativa y su participación en la formación del núcleo, observaciones más proliferas, practicadas en huevos de gran número de animales, han demostrado que la vesícula germinativa del huevo maduro no desaparece, sino que sufre modificaciones, y su masa principal, juntamente con partes protoplasmáticas del vitelo, sale del huevo formando lo que se ha llamado *corpúsculos directores* ó células polares (fig. 126). Este proceso se realiza en forma de división celular. La vesícula germinativa se convierte en un huso nuclear, que se adapta á la superficie del llamado polo animal del huevo. Una parte del huso, junto con una pequeña aréola de plasma, es expulsada en forma de figura radiada. Ex-

cepción hecha de los huevos que se desarrollan partenogénicamente, sin fecundación,

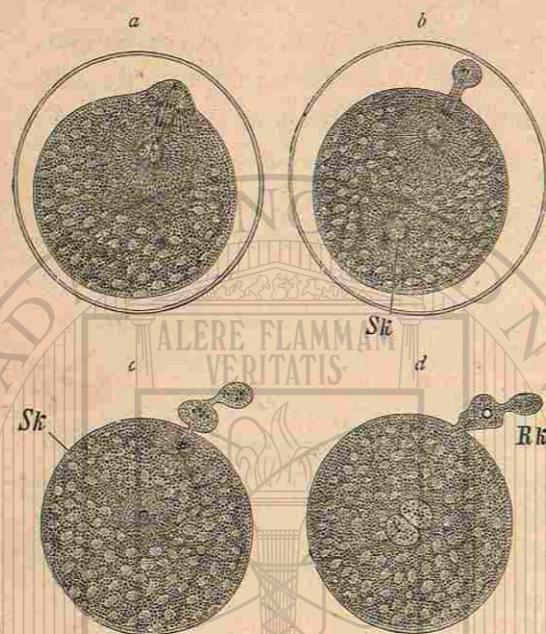


Fig. 126. - Huevo de *Nephelis*, según O. Hertwig. *a*, el huevo a la media hora de la postura. El protoplasma forma una prominencia esférica para formar el primer corpúsculo director; aparece el núcleo fusiforme. *b*, el mismo una hora más tarde; ha salido el cuerpo director y se forma el sistema radiado del cuerpo seminal que penetró, *Sk*. *c*, el mismo desprovisto de la membrana de envoltura, una hora más tarde; han salido dos cuerpos directores; *Sk*, núcleo espermático. *d*, el mismo una hora después; se juntan el núcleo del huevo y el espermático; *Rk*, cuerpos directores.

Fecundación. - La fecundación del huevo se efectúa mediante la entrada en el vitelo

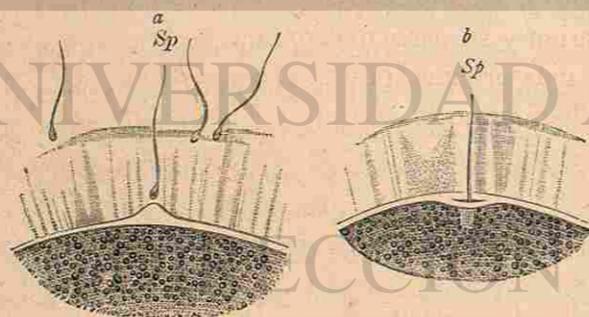


Fig. 127 - *a* y *b*. Segmento del huevo de *Asterias glacialis* con zoospermos, *Sp*, que penetran en la zona envolvente, según H. Fol.

Se puede aceptar como hecho positivo que en el proceso normal sólo penetra un zoospermo. En los casos en que está de antemano envuelto por una membrana resistente (peces, insectos), hay una abertura polar, *micropilo*, para el paso del zoospermo (fig. 128).

se efectúa todavía la expulsión del segundo cuerpo director, ó globo polar, después de lo cual el resto de la vesícula germinativa retrocede al centro y se convierte en un solo núcleo inmóvil, al que se da el nombre de *núcleo ovular*, *pronúcleo del huevo* ó *pronúcleo hembra*. La formación de los corpúsculos directores ó globos polares se realiza independientemente de la fecundación, por más que en muchos casos (*nematodes*) no se efectúa hasta después de la entrada del zoospermo.

Fecundación. - La

ovular de un espermatozoo (figura 127). Se puede aceptar como hecho positivo que en el proceso normal sólo penetra un zoospermo. En los casos en que está de antemano

La esencia de la fecundación consiste, no en la simple entrada y disolución del espermatozoo en el huevo, sino en la unión de partes del mismo con partes correspondientes del núcleo ovular.

Respecto de los fenómenos inmediatos de este importante acto de conjugación, causa ocasional de la constitución del organismo que ha de desarrollarse, nos han suministrado datos las investigaciones de Butschli, O. Hertwig y Fol. Son los más adecuados para el estudio de las modificaciones que en ellos se realizan los huevos de equinodermos, y también los de diferentes gusanos (*Nephelis*, *Ascaris*). Después de la entrada del zoospermo en el plasma del huevo y de la pérdida del filamento, se forma alrededor del núcleo espermático, convertido en corpúsculo seminal, un centro claro de irradiación granular (figura solar) (fig. 126, *Sk*), que puede aparecer también en rededor del núcleo ovular. Ambos núcleos se aproximan y se juntan; desaparece la figura radiada, y por la fusión de ambos se forma el núcleo conjugado. Tiene particular importancia la demostración de que la substancia cromatinífera de ambos elementos toma una parte esencial en la formación del núcleo conjugado; y en la división inmediata del mismo, en los núcleos de las dos primeras esferas de segmentación, entra por partes iguales la cromatina del núcleo macho y la del núcleo hembra para formar las horquillas. Este fenómeno da cierta luz sobre el hecho de que, á pesar de la enorme diferencia de magnitud entre la ovicélula y la célula seminal, se transmitan al nuevo organismo en igual proporción las cualidades paternas y maternas. El núcleo ovular se mezcla con la substancia del cuerpo seminal (figs. 127 y 128) para la formación de un nuevo núcleo que se llama *núcleo conjugado* ó *núcleo de segmentación*, y se divide acto seguido en los dos núcleos de las primeras esferas de segmentación. La división del núcleo conjugado se efectúa por las fases tan carac-

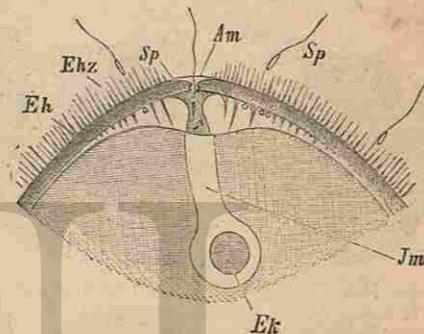


Fig. 128. - Segmento superior del huevo de *Petromyzon*, según Calberla. *Am*, micropilo; *Sp*, espermatozoos; *Jm*, conducto espermático; *Ek*, núcleo ovular; *Ehz*, membrana del huevo; *Ehs*, asperezas de la misma.

La división del núcleo conjugado se efectúa por las fases tan carac-

terísticas de la división nuclear de la célula, de aparición del huso nuclear y figuras radiadas en ambos polos de la misma. Cuando la fecundación es innecesaria para el desarrollo del huevo, y éste entra espontáneamente en proceso de segmentación (partenogénesis), el núcleo ovular parece poseer la cualidad de primer núcleo de segmentación.

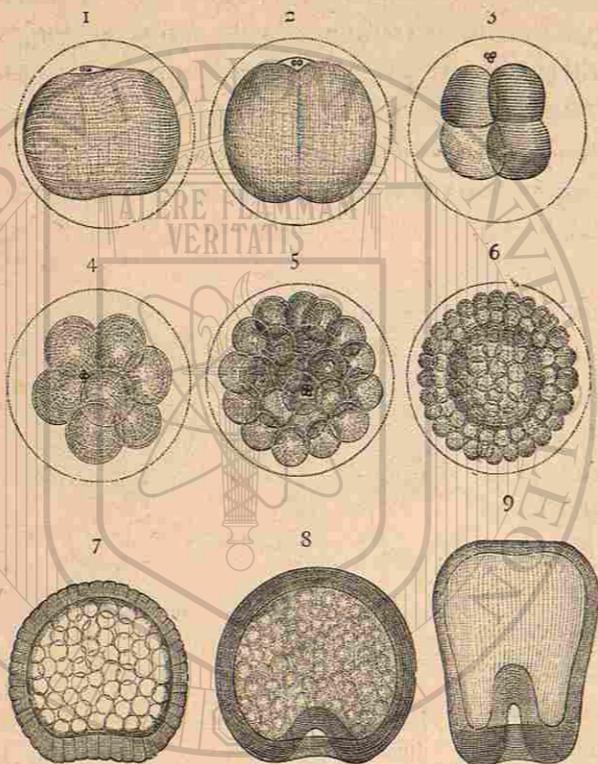


Fig. 129. - Desarrollo de un huevo de estrella de mar, *Asteracanthion berlinus*, según A. Agassiz. 1, segmentación incipiente del vitelo aplanado por los dos lados, adaptada á un polo la vesícula directriz; 2, división en dos; 3, división en cuatro; 4, división en ocho; 5, período de 32 esferas; 6, período posterior; 7, blastófera, con principio de invaginación; 8 y 9, invaginación más avanzada; la abertura del tubo gastral se convierte en ano.

segmentación uniforme, igual ó *aequale* (fig. 129), ó se hace, más pronto ó más tarde, desuniformemente separándose dos grupos de esferas de segmentación, uno más pequeño, con un contenido protoplasmático en su mayor parte, y otro más grande, con contenido más grasoso. En este caso, que es el más frecuente, se da á la segmentación el nombre de desigual ó *inaequale*. En las esferas más pequeñas progresa el proceso de división con mucha más rapidez, y en las mayores y cargadas de grasa va con mucha más lentitud y

El fenómeno conocido como proceso de segmentación afecta á todo el vitelo, *segmentación total*, ó sólo transforma en esferas de segmentación y células embrionarias una parte de vitelo, *segmentación parcial*. La segmentación total del vitelo se realiza uniformemente (*medusas, equinodermos, esponjas*), y entonces se le asigna la denominación de

segmentación uniforme, igual ó *aequale* (fig. 129), ó se hace, más pronto ó más tarde, desuniformemente separándose dos grupos de esferas de segmentación, uno más pequeño, con un contenido protoplasmático en su mayor parte, y otro más grande, con contenido más grasoso. En este caso, que es el más frecuente, se da á la segmentación el nombre de desigual ó *inaequale*. En las esferas más pequeñas progresa el proceso de división con mucha más rapidez, y en las mayores y cargadas de grasa va con mucha más lentitud y

á veces se interrumpe por completo. Como ejemplo de segmentación desigual, que puede á su vez presentar muchas gradaciones, se puede citar el desarrollo del huevo de la rana, en el cual se distingue una mitad oscura, pigmentada y más rica en protoplasma, y otra más clara que contiene esferulas vitelinas de mayor tamaño (fig. 130). En el agua queda la primera hacia arriba, y por esta razón se la puede llamar superior. El polo de esta región está unido al de la mitad vitelina, más clara, por el eje principal. Los dos primeros surcos de bifurcación del vitelo ovular pasan por el plano del eje principal y están situados en la dirección de dos meridianos que se cruzan perpendicularmente; el tercer surco es ecuatorial, pero

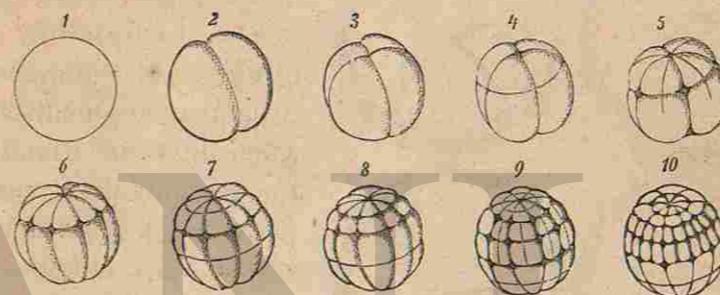


Fig. 130. - Segmentación desigual del huevo de la rana, *Rana temporaria*, según Ecker, en diez períodos sucesivos.

está situado más cerca del polo superior y separa una mitad superior más pequeña de otra inferior más grande, en la cual marcha la segmentación mucho más lentamente que en la primera.

En la segmentación parcial tenemos siempre un manifiesto contraste entre un vitelo formativo que se segmenta y un vitelo nutritivo al cual no llega la segmentación. Por esta razón se ha dado á la segmentación parcial el nombre de *mesoblástica* y el de *holoblástica* á la total. En la segmentación total, y con especialidad en la desigual, puede haber esferas de segmentación que sirvan para la nutrición de los primeros rudimentos del embrión. En realidad, el vitelo de todo huevo está formado por un protoplasma viscoso, rico en albúmina, y un *deutoplasma*, rico en grasa y granulaciones. El primero deriva por su origen del protoplasma de la ovicélula primaria, al paso que los elementos vitelinos grasosos se forman secundariamente con el progresivo crecimiento del primero, y se

agregan á veces como productos de secreción de glándulas especiales (vitelógeno, *trematodes*) y hasta en forma de células. En los ctenóforos y en otros celenterados vemos ya en las primeras esferas de segmentación los elementos formativos y nutritivos del vitelo separados en una capa central de endoplasma y otra periférica de exoplasma.

En los huevos que se segmentan parcialmente, el vitelo formativo está situado por lo general á un lado de la masa voluminosa

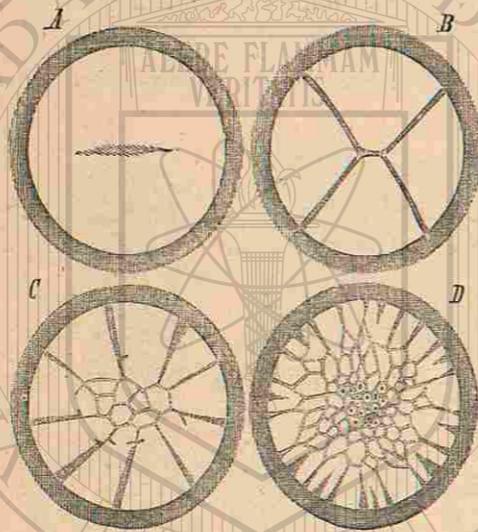


Fig. 131. - Proceso de segmentación en el vitelico formativo del huevo de gallina, visto de plano, según Coste. A, disco germinativo con el primer surco vertical; B, el mismo con dos surcos verticales que se cruzan; C y D, períodos más avanzados con pequeños surcos centrales de segmentación.

del vitelo nutritivo. Las células de segmentación de estos huevos *telolecitales* se agrupan por lo tanto en forma de disco plano (*disco prolífero*), por lo que se ha dado á esta segmentación el calificativo de discoidea (huevos de pájaros, reptiles, peces) (fig. 131). En otro caso el vitelo nutritivo ocupa una situación central. En estos huevos *centrolecitales* la segmentación es *superficial* ó *periférica*, unas veces igual (*Palæmon*) y otras desigual (muchos artrópodos). La masa vitelina central, que al principio está

exenta de la segmentación, puede sufrir más tarde una especie de segmentación consecutiva (fig. 132). En otros casos ocupa el vitelo nutritivo al principio de la segmentación una situación periférica, de modo que el proceso de división empieza en el interior del huevo; pero más pronto ó más tarde, al reunirse en el centro de la cavidad del huevo el vitelo nutritivo, las células de segmentación, protoplasmáticas y nucleadas, pasan á la superficie. Así sucede especialmente en los huevos de arañas (fig. 133) é insectos, en que se presenta una capa periférica de células que simulan una segmentación superficial. Los primeros fenómenos de la segmentación se ocultan

muy frecuentemente á la observación en estos huevos ectolecitales, porque verificándose en el interior del huevo quedan ocultos por el

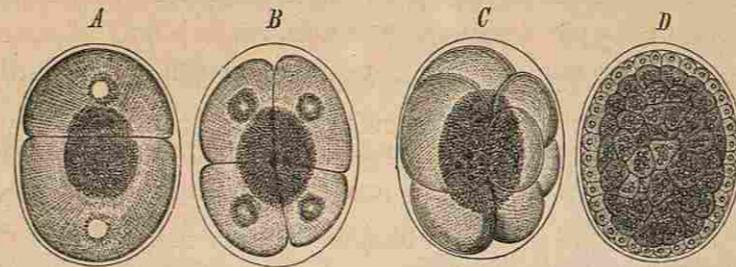


Fig. 132. - Segmentación desigual del huevo centrolecital del *Gammarus locusta*, en parte, según E. van Beneden, con masa vitelina central, que en un período tardío (D) sufre una segmentación consecutiva.

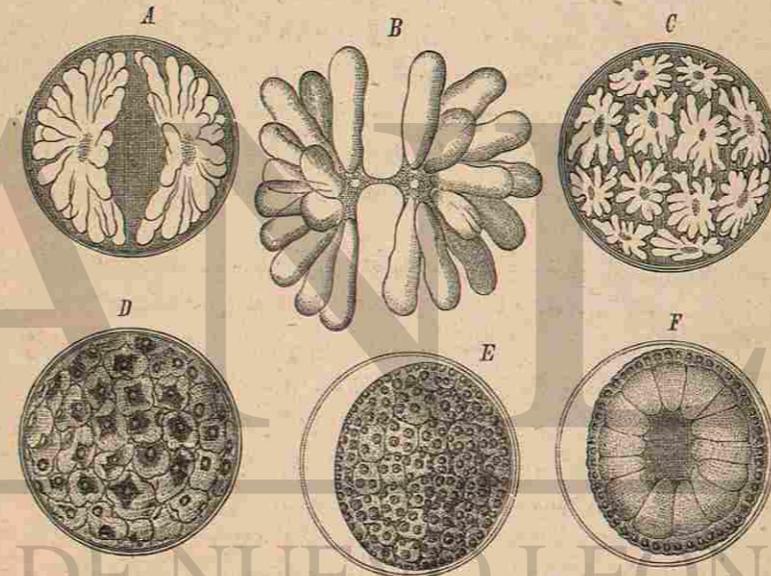


Fig. 133. - Períodos de segmentación de un huevo de araña (*Philodromus limbatius*), según H. Ludwig. A, huevo con dos rosetas deutoplasmáticas (esferas de segmentación); B, las rosetas con sus centros protoplasmáticos nucleados (á grande aumento); C, huevo con un gran número de rosetas; D, las rosetas están representadas por porciones poliédricas de deutoplasma, cada una de las cuales corresponde á una célula blastodérmica colocada encima de ella; E, período de terminación de la formación blastodérmica; F, corte transversal óptico de la anterior. Las porciones de deutoplasma forman en el interior de la vesícula blastodérmica una capa esférica cerrada alrededor del centro claro.

vitelo nutritivo hasta que los núcleos, con el protoplasma que los rodea, pasan á la periferia, y el vitelo nutritivo, rico en grasa y granuloso turbio, queda formando la masa central del huevo (insectos).

Tan variada como las formas de la segmentación vitelina aparece la situación de las células de segmentación. En los casos de segmentación central é igual se agrupan en forma de vesícula germinativa de una sola capa (*blástula, blastosfera*), que como esfera hueca encierra no pocas veces elementos licuefactos del vitelo nutritivo. La agrupación que ofrecen las células de la vesícula reproduce la de los individuos celulares de las colonias de protozoos (*Volvox*), á las cuales podría asimilarse filogenéticamente la blástula, como la más simple de las formas metazoicas. En otros casos se separan las células vitelinas formando dos capas limitantes de un espacio central que contiene partes líquidas, ó se adaptan las células en una masa sólida sin espacio alguno intermedio. En numerosos casos, especialmente cuando por ser el vitelo relativamente abundante (segmentación desigual y discoidea) y constante el aflujo nutritivo, el desarrollo embrionario sigue un curso más largo y complicado; el rudimento del germen aparece como un disco celular colocado sobre el vitelo, que constituye la parte primitiva, y muy luego se divide en dos capas ú hojas que acaban por envolver al vitelo.

De la blastosfera se desarrolla la gástrula de dos capas (didérmica), muy frecuentemente por invaginación (*gástrula embólica*). Una mitad (á veces marcada desde luego por células más voluminosas y más ricas en granulaciones) se pliega sobre la otra, y estrechándose la abertura de la invaginación (*blastosporo*, boca de la gástrula) se convierte en capa endodérmica, que reviste la cavidad central (*hipoblasto*). La capa celular externa representa el ectodermo ó *epiblasto*. Esta forma, muy frecuente, de formación de la gástrula se encuentra, por ejemplo, en las ascidias y entre los vertebrados en el *Amphioxus* (fig. 134). En otros casos observamos también en los huevos de segmentación igual, en lugar de la invaginación, una intraproliferación polar de células que llenan por completo la cavidad de la blastosfera y, agrupándose á manera de hipoblasto, llegan á constituir una cavidad gastral que se abre hacia fuera (*Æquorea*). Es más rara, y hasta ahora sólo conocida en las medusas hidroides (*Geryonia*), la formación de la gástrula por delaminación ó separación concéntrica de las células de la blastosfera en dos capas, una interna y otra externa. La cavidad central pro-

cede entonces de la cavidad segmentaria primitiva, y el blastosporo se forma secundariamente por perforación (fig. 135). En casos de segmentación desigual bien determinada, la formación de la gástrula resulta de que las células pequeñas del epiblasto, formadas muy desde el principio, envuelven lentamente á las células, mucho

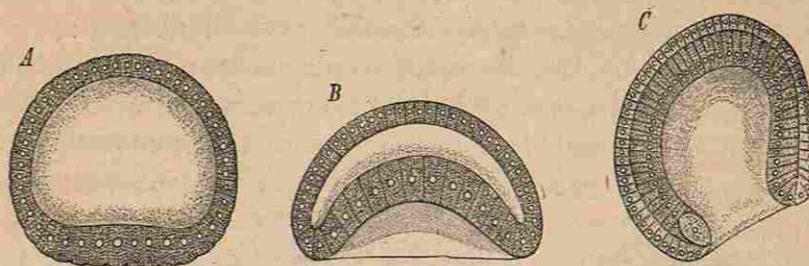


Fig. 134 - A, blastosfera del *Amphioxus*; B, la misma en período de invaginación; C, gástrula formada por invaginación; O, boca primitiva de la misma, según B. Hatschek.

más voluminosas, del hipoblasto, y se extienden sobre ellas formando una capa celular delgada (fig. 136). Se ha dado á este proceso el nombre de *epibolia*. En este modo de formación de la

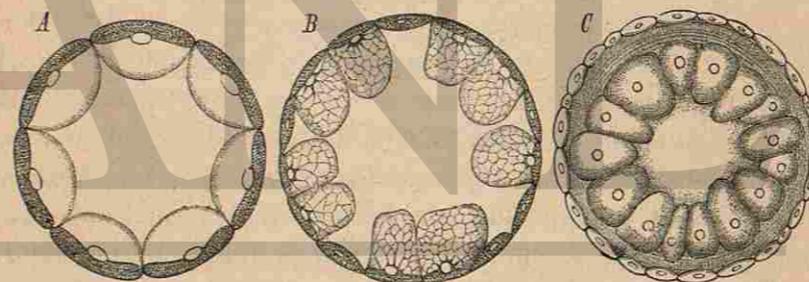


Fig. 135. - Corte transversal en los períodos de segmentación del huevo de *Geryonia*, según Fol. A, adaptado á las 32 células que circundan la cavidad de segmentación, se desprende un ectoplasma interno, claro; B, período más avanzado; C, embrión después de la delaminación, con ectodermo desprendido y entodermo de grandes células que limita la cavidad de segmentación.

gástrula, la cavidad se forma también, por regla general, secundariamente en el centro de la densa acumulación de células hipoblásticas. Se convierte en blastosporo el punto en que termina la envoltura del hipoblasto.

No pocas veces avanza más rápidamente una parte del bosquejo embrionario, casi siempre con participación de las células mesodérmicas, y constituye un engrosamiento estriforme que marca

bilateral y simétricamente el lado abdominal y el dorsal del cuerpo. A menudo, sin embargo, no llega á formarse esta *estría germinal* ó *primitiva*, porque el esbozo embrionario se desarrolla uniformemente. Antes se atribuía gran importancia á estas diversas formas de desarrollo, y en virtud de ellas se distinguía una *evolutio ex una parte* y una *evolutio ex omnibus partibus*; pero ni es posible hacer un estricto deslinde entre estas dos formas evolutivas, ni tienen la significación antitética que antes se les atribuía, pues que dependen de la cantidad del material vitelino, y especies afines pueden conducirse en este sentido de manera diversa. En los *celenterados*

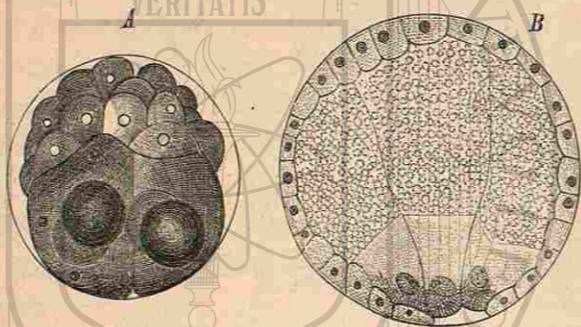


Fig. 136. - A, un período del huevo de segmentación desigual del *Bonellia*; B, gástrula epibólica del mismo, según Spengel.

así como en algunos *gusanos* y *moluscos inferiores* y en muchos *anillados* (*anélidos* y *artrópodos*) y *vertebrados* (*Amphioxus*), encontramos una evolución general y uniforme, que aun en el caso de faltar la membrana vitelina no tiene necesidad de envoltura alguna membranosa. En el *Amphioxus* viene la formación de la *estría primitiva*, íntimamente relacionada con el esbozo del sistema nervioso, en su período más avanzado, y se realiza en el curso del desarrollo post-embrionario, cuando el nuevo ser nada libremente y se alimenta por sí propio. De manera enteramente análoga se conducen muchos *policaetes* y *artrópodos* (*branchipus*), que forman la *estría primitiva* durante el desarrollo avanzado en estado de larva.

Siempre que se forma la *estría primitiva*, el embrión no se limita por completo hasta que se halla enteramente envuelto el vitelo, en virtud de una serie de fenómenos que van unidos á la entrada completa del vitelo en la cavidad visceral (*ranas*, *insectos*), ó la formación de un saco vitelino (*cefalópodos*, *squales*, *pájaros*, *mamíferos*) que introduce poco á poco los restos de vitelo en el

cuerpo del embrión. La progresiva organización del último, hasta su salida de las envolturas ovulares, sigue tan variado curso en cada uno de los grupos animales, que no es posible abarcarla en una ojeada general.

Como cosa de primera importancia se puede señalar aquí que en los rudimentos del embrión se vienen á distinguir dos capas celulares: el ectodermo, que forma el tegumento externo (*epiblasto*), ú hoja cutánea, y el endodermo (*hipoblasto*) ú hoja intestino-glandular, que proporciona el revestimiento de la cavidad digestiva, ó del intestino medio y sus glándulas anexas. Carlos Ernesto de Baer conoció ya la importancia de estas capas para la construcción del cuerpo de los vertebrados y dió el nombre de «*órgano primitivo*» á las dos hojas germinales. Entre las capas externa é interna se forman en los animales bilaterales capas celulares intermedias, que se conocen con el nombre de *mesodermo* ú hoja germinal media, cuando por su disposición rudimentaria se pueden referir á pliegues desprendidos del intestino primitivo que se han hecho independientes, al paso que se da el nombre de formaciones del mesenquimo á las células ó grupos celulares aislados, procedentes de ambas hojas. De los estratos celulares mesodérmicos se forman el sistema muscular y el esqueleto conjuntival, los elementos corpusculares de la linfa y de la sangre, y las paredes del sistema vascular; en tanto que la cavidad visceral, ó bien corresponde á un espacio que queda entre el ectodermo y el endodermo (*cavidad visceral primitiva*), ó se forma secundariamente (*cavidad visceral secundaria*), ya por separación de las capas celulares del mesodermo (*celoma*), ya por divertículos del intestino rudimentario (*enteroceles*). El sistema nervioso y los órganos de los sentidos toman probablemente en general su origen de la hoja superior, iniciándose muy frecuentemente por depresión en forma de fosas ó ranuras con elevación subsiguiente; y las glándulas urinarias y sexuales se forman, por el contrario, en los celenterados tanto á expensas de la hoja interna como de la externa y en los animales bilaterales de la mesodérmica. Por consiguiente, se forman, en general, primeramente los rudimentos de la piel y del intestino, á los cuales están reducidos muchos embriones al abandonar las membranas del huevo, cuando están formados por una pared celular de dos capas y

una cavidad gástrica interna, en las formas de *planula* y *gastrula*. Sigue luego la diferenciación del sistema nervioso y de los músculos (á veces simultáneamente ó después de la del esqueleto), especialmente en los casos en que precede la formación de estría primitiva. Hasta un período más avanzado no se diferencian los órganos urinarios y varias glándulas, así como los vasos sanguíneos y los órganos respiratorios. Los primeros estados evolutivos ofrecen, tanto en la forma y magnitud del cuerpo como en el conjunto de su organización, condiciones de desarrollo muy desigual en comparación con las que presentan al llegar al estado adulto y apto para la reproducción.

Es un hecho muy digno de atención que en varios grupos animales el embrión, reducido á las dos capas celulares con su cavidad central, sea apto para moverse libremente y para vivir independiente. De este hecho, especialmente desde que M. Huxley (1) comparó las dos membranas fundamentales de las medusas (llamadas más tarde por Allman *ectodermo* y *endodermo*) con la hoja externa (cutáneo-sensorial) y la interna (intestino-glandular) del germen de los vertebrados, se viene fácilmente á deducir la identidad de origen filogenético de tipos muy lejanos entre sí, en vista de la semejanza que presentan sus larvas en los fenómenos formativos derivados del proceso de segmentación del vitelo, y á atribuir á una misma forma originaria la formación de órganos funcionalmente idénticos de diferentes tipos. Kowalevsky (2) fué el primero que dió sólida base á esta teoría con los datos de sus numerosos experimentos sobre embriología de los animales inferiores. No sólo demostró la existencia de larvas didérmicas en los *celenterados*, *equinodermos*, *gusanos*, *ascidios*, y entre los vertebrados en el *Amphioxus*, sino que fundándose en la gran semejanza que se observa en los fenómenos evolutivos posteriores de las larvas de los *ascidios* y del *Amphioxus*, así como en el modo de formación de órganos similares en el embrión de los gusanos, insectos y vertebrados, se declaró en contra

(1) T. Huxley: *On the anatomy and affinities of the family of Medusæ*. *Philosophical Transactions*, Londres, 1849.

(2) Véase A. Kowalevsky: *Verschiedene Aufsätze in den Memoires de l'Acad. de St. Petersburg uber Rippenquallen, Phoronis, Holothurien, Ascidien und Amphioxus*, 1866 y 1867.

de la idea hasta entonces dominante, y apoyada en el concepto del tipo de Cuvier, de que los órganos de tipos diferentes no pudieran ser homólogos entre sí. La conclusión deducida por Kowalevsky (1) en sus trabajos embriológicos de que la hoja sensorial y membranas embrionarias son homólogas en los insectos y en los vertebrados, y que las hojillas blastodérmicas del *Amphioxus* y de los vertebrados corresponden á las de los moluscos (tunicados) y á las de los gusanos, juntamente con el hecho, de antiguo conocido, de la existencia de formas anatómicas intermedias y eslabones de transición entre los diferentes grupos ó tipos animales, y que estos últimos no representan planos de organización absolutamente cerrados y sí sólo las divisiones más elevadas del sistema, dió un sentido embriológico á la doctrina de la descendencia. Y en realidad Kowalevsky estaba en lo cierto al considerar la homología de las hojas blastodérmicas en tipos diferentes como base científica de la anatomía y embriología comparadas, y en reconocerla como punto de partida para comprender la afinidad de los tipos entre sí. En los animales vertebrados hallamos á cada paso pruebas de la exactitud de estos principios.

Pero así como Kowalevsky encontró en sus propias observaciones embriológicas motivo para mantenerse en una reserva prudente, otros naturalistas más dados á atrevidas generalizaciones salieron con teorías absolutas, en que aplicaban los resultados de las investigaciones embriológicas á la teoría de la descendencia. Entre otras ha formulado E. Haeckel la teoría de la gástrica, que no aspira á nada menos que á sustituir la clasificación hasta ahora aceptada por un nuevo sistema basado en la filogenia y cuyo principio supremo de clasificación es la homología de las hojas blastodérmicas y del intestino primitivo, y la diferenciación de los ejes cruzados (simetría bilateral y radiada) y del celoma. E. Haeckel da á la forma de larva que toma como punto de partida, el nombre de *gastrula* y cree reconocer en ella la reproducción en el desarrollo del individuo de una forma progenitora común á la cual *se pueden referir, en cuanto á su procedencia, todos los metazoarios*. A la forma

(1) A. Kowalevsky: *Embryologische Studien an Wurmern und Arthropoden*, San Petersburgo, 1871, págs. 58 á 60.

originaria hipotética, que debió haber vivido en el período lauréntico, le asigna el nombre de *gástrea*, y el de *gastreados* al grupo primitivo de forma de *gástrea*, representado en aquel tiempo por muchos géneros y especies (1). De esta suposición deduce la homología de las hojas blastodérmicas externa é interna en todos los metazoarios, refiriendo la primera al ectodermo y la segunda al endodermo de la *gástrea* hipotética, admitiendo sólo una homología incompleta respecto de la hoja blastodérmica media que se desarrolla *secundariamente* entre las dos hojas primarias y á expensas de una ú otra de ellas ó de ambas á la vez. La nueva teoría, que es en suma una generalización de la teoría de las hojas blastodérmicas de Baer y Remak, ampliada desde los vertebrados á todo el campo de los metazoarios, no pudo conducir á un conocimiento positivo de las diferencias de organización en los diferentes grupos animales é intentó, sin conseguirlo, explicar el desarrollo divergente de los mismos á partir de la forma común de los *gastreados* hipotéticos, por la oposición de estructura bilateral ó radiada (*Protascus*, *Prothelmis*) ó por la existencia ó falta de cavidad visceral (*celomados*, *acelomados*). Considerado como insostenible este fundamento de la teoría de la *gástrea*, nadie lo ha mantenido, y lo que hoy se entiende por teoría de la *gástrea* se reduce á la homología de las dos hojas blastodérmicas. La teoría no pudo por consiguiente modificar esencialmente la clasificación admitida, ni menos sustituirla por otra nueva.

Era mucho más racional hacer derivar los metazoos de los protozoos por el intermedio de la blástula (2), blastosfera, que parece constituir un medio de unión entre los protozoos y metazoos, del cual puede formarse originariamente de distintos modos la forma didérmica. Hemos reconocido la primera división del trabajo que experimenta el material celular de un organismo multicelular en la separación de las células reproductoras (células sexuales), y no parece comprensible, ni menos está demostrado por observaciones ontogenéticas, que en grados elevados de evolución se forme instantáneamente una capa celular continua por vía de invaginación,

(1) E. Haeckel: *Gastrætheorie*. *Jen. nat. Zeitschrift*, 1874.

(2) Véase Claus; Cuvier: *Typenlehre und Haeckel's sogenannte Gastrætheorie*, Viena, 1874.

relacionada exclusivamente con la nutrición y digestión; para esto debería desarrollarse en primer término una gástrula por invaginación que correspondiera de la manera mejor y más sencilla á las condiciones de aumento de superficies necesario para un organismo que se mueva libremente en el caso de que aumenten considerablemente sus dimensiones. De igual modo podrían penetrar en la cavidad de la blástula células aisladas (1), que uniéndose á células superficiales ó por sí solas mediante sus aptitudes amiboideas atenderían á la nutrición é iniciasen la división del trabajo entre las células internas, nutritivas, y las células externas, motrices. En realidad así se conducen las larvas jóvenes que preceden al período de gástrula, en muchas esponjas (*Halisarca*, *Ascetta*) y medusas hidroides. En un período más avanzado es únicamente cuando se forma una capa celular endodérmica continua, á la vez que el blastosporo ó boca de gástrula, al paso que encuentran inversión en nuevas funciones parte ó la totalidad de las células inmigradas. Así se explicaría el hecho, demostrado por otros datos ontogenéticos, de hallarse el endodermo y el mesodermo (mesoblasto) en tan inmediata relación genética que en muchos animales inferiores se separa como una parte de aquél ó toma su origen en él mismo. Como datos en contra de la teoría que reconoce en la gástrula un período formativo filéticamente igual en todas las especies, se pueden aducir algunas otras circunstancias, como, por ejemplo, la diferente significación del blastosporo, que unas veces se convierte en ano y otras en orificio faríngeo.

El principal obstáculo con que se tropieza para abarcar en una concepción única los fenómenos evolutivos de todos los tipos metazoicos estriba en las grandes diferencias que presenta la formación del mesodermo. Algunos naturalistas, que dan por resuelta la cuestión de homología de las dos hojas del blastodermo, han intentado explicar la diversidad de la organización compleja que deriva de la *gástrea* (teoría del celoma) (2). Estos autores pretenden referir el origen del material celular mesodérmico á dos formaciones com-

(1) E. Metschnikoff: *Vergleichend-embryologische Studien. Ueber die Gastrula einiger Metazoen*. *Zeitschr. für wiss. Zoologie*, tomo XXXVII, 1880.

(2) O. Hertwig y R. Hertwig: *Die Cælomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes*, Jena, 1881.

pletamente distintas, y en su consecuencia dividen los tipos metazoicos, exclusión hecha de los celenterados didérmicos, en dos series. Sólo en una de esas series (la de los *enterocelios*) existe una verdadera hoja blastodérmica media, *mesoblasto*, que en forma de lámina epitelial toma su origen entre las dos hojas epiteliales primarias, el *ectoblasto* y el *endoblasto*, mediante repliegues de la última. En la segunda serie, la de los pseudocelios, no se puede dar el valor de hoja blastodérmica al material celular mesodérmico, y las califican de *mesenquimo*, que es según ellos un conjunto de células aisladas inmigradas, que unidas á un producto de secreción líquido y gelatinoso llenan el espacio comprendido entre las dos hojas blastodérmicas. Es indiscutible la utilidad de haber señalado esta diferencia, y la conveniencia de haber introducido la denominación de mesenquimo para designar la segunda forma mesodérmica, pero esta teoría no ha marcado un progreso en la noción de las condiciones genéticas de los tipos metazoarios. Por una parte no existe diferencia fundamental apreciable entre las células que reunidas entre sí llegan á colocarse en agrupación epitelial entre las hojas blastodérmicas, y aquellas que desprendiéndose aisladamente del conjunto inmigran en la cavidad visceral primaria; y por otra, no es siempre el mismo el origen del mesenquimo, que puede desarrollarse en las más distintas épocas, ora antes de la formación del endoblasto, ora más tarde á expensas del ectoblasto, ó del endoblasto, y á veces del mesoblasto (vertebrados). En el primer concepto pueden conducirse de muy distinta manera seres muy afines; los tenóforos, por ejemplo, tienen hojas mesodérmicas y los acalefos y pólipos producen mesenquimo. Por otra parte el mesenquimo abarca las formaciones más variadas y distintas entre sí. Es además pura hipótesis considerar como primaria la formación del mesoblasto por repliegues del endoblasto, tanto más cuanto que en los tipos más inferiores los gérmenes del mesenquimo inmigran durante el período de blástula, antes de la diferenciación del endoblasto, y éste puede formarse con gérmenes del mesenquimo. Los moluscos, que son considerados, al igual que los briozoos, rotíferos y platihelminetos, como pseudocelios, son en realidad enterocelios con igual derecho que los quetópodos, y en último caso no quedan como pseudocelios más que los platihelminetos parenquimatosos, marcados ya

por E. Haeckel como *acelomianos* enfrente de todos los demás tipos. La teoría del celoma no ha contribuido notablemente como se ve á aclarar el parentesco entre los diferentes tipos de los metazoarios.

EVOLUCIÓN DIRECTA Y METAMORFISMO

La evolución embrionaria es en general tanto más complicada, y el tiempo en ella invertido tanto más largo, cuanto más compleja y elevada es la organización que ha de alcanzar el embrión. Como consecuencia de este principio, los animales superiores han de recorrer una evolución embrionaria mucho más complicada y de duración mucho más larga que los animales inferiores, especialmente cuando el ser recién salido del huevo tiene ya el grado de organización del individuo sexuado, y salvo diferencias de magnitud, tiene con él semejanza de conformación. En este caso el desarrollo *postembrionario* en la vida libre se reduce á un simple crecimiento y al completo desarrollo de los órganos genitales, rudimentarios hasta entonces. Si, por el contrario, la vida embrionaria sigue un curso rápido y simple, relativamente al grado de la organización, ó en otros términos, si el embrión nace pronto y en un estado poco adelantado de organización, el desarrollo libre es entonces mucho más complicado, y al par del crecimiento se verificarán durante él diversos fenómenos de modificación y cambios de forma. El animal recién nacido es en este caso, respecto del animal adulto, no más que una *larva*; crece poco á poco y nunca directa y uniformemente, sino en conformidad con las necesidades de su nutrición y defensa, á veces en condiciones diferentes de vida, en un punto de residencia completamente distinto, y por consiguiente con disposiciones transitorias y distintas de las de la forma adulta. Se da el nombre de *metamorfosis* á esta forma de desarrollo postembrionario.

La embriología de los anfibios é insectos nos proporciona ejemplos de metamorfosis (fig. 137). De los huevos de rana y de sapo salen larvas con cola y sin extremidades, llamadas renacuajos. Por su cola comprimida y por su respiración branquial recuerdan estos renacuajos á los peces, y tienen en la garganta dos fosetas ventosas para adherirse á las plantas. La boca está revestida de un es-

pletamente distintas, y en su consecuencia dividen los tipos metazoicos, exclusión hecha de los celenterados didérmicos, en dos series. Sólo en una de esas series (la de los *enterocelios*) existe una verdadera hoja blastodérmica media, *mesoblasto*, que en forma de lámina epitelial toma su origen entre las dos hojas epiteliales primarias, el *ectoblasto* y el *endoblasto*, mediante repliegues de la última. En la segunda serie, la de los pseudocelios, no se puede dar el valor de hoja blastodérmica al material celular mesodérmico, y las califican de *mesenquimo*, que es según ellos un conjunto de células aisladas inmigradas, que unidas á un producto de secreción líquido y gelatinoso llenan el espacio comprendido entre las dos hojas blastodérmicas. Es indiscutible la utilidad de haber señalado esta diferencia, y la conveniencia de haber introducido la denominación de mesenquimo para designar la segunda forma mesodérmica, pero esta teoría no ha marcado un progreso en la noción de las condiciones genéticas de los tipos metazoarios. Por una parte no existe diferencia fundamental apreciable entre las células que reunidas entre sí llegan á colocarse en agrupación epitelial entre las hojas blastodérmicas, y aquellas que desprendiéndose aisladamente del conjunto inmigran en la cavidad visceral primaria; y por otra, no es siempre el mismo el origen del mesenquimo, que puede desarrollarse en las más distintas épocas, ora antes de la formación del endoblasto, ora más tarde á expensas del ectoblasto, ó del endoblasto, y á veces del mesoblasto (vertebrados). En el primer concepto pueden conducirse de muy distinta manera seres muy afines; los tenóforos, por ejemplo, tienen hojas mesodérmicas y los acalefos y pólipos producen mesenquimo. Por otra parte el mesenquimo abarca las formaciones más variadas y distintas entre sí. Es además pura hipótesis considerar como primaria la formación del mesoblasto por repliegues del endoblasto, tanto más cuanto que en los tipos más inferiores los gérmenes del mesenquimo inmigran durante el período de blástula, antes de la diferenciación del endoblasto, y éste puede formarse con gérmenes del mesenquimo. Los moluscos, que son considerados, al igual que los briozoos, rotíferos y platihelminthos, como pseudocelios, son en realidad enterocelios con igual derecho que los quetópodos, y en último caso no quedan como pseudocelios más que los platihelminthos parenquimatosos, marcados ya

por E. Haeckel como *acelomianos* enfrente de todos los demás tipos. La teoría del celoma no ha contribuido notablemente como se ve á aclarar el parentesco entre los diferentes tipos de los metazoarios.

EVOLUCIÓN DIRECTA Y METAMORFISMO

La evolución embrionaria es en general tanto más complicada, y el tiempo en ella invertido tanto más largo, cuanto más compleja y elevada es la organización que ha de alcanzar el embrión. Como consecuencia de este principio, los animales superiores han de recorrer una evolución embrionaria mucho más complicada y de duración mucho más larga que los animales inferiores, especialmente cuando el ser recién salido del huevo tiene ya el grado de organización del individuo sexuado, y salvo diferencias de magnitud, tiene con él semejanza de conformación. En este caso el desarrollo *postembrionario* en la vida libre se reduce á un simple crecimiento y al completo desarrollo de los órganos genitales, rudimentarios hasta entonces. Si, por el contrario, la vida embrionaria sigue un curso rápido y simple, relativamente al grado de la organización, ó en otros términos, si el embrión nace pronto y en un estado poco adelantado de organización, el desarrollo libre es entonces mucho más complicado, y al par del crecimiento se verificarán durante él diversos fenómenos de modificación y cambios de forma. El animal recién nacido es en este caso, respecto del animal adulto, no más que una *larva*; crece poco á poco y nunca directa y uniformemente, sino en conformidad con las necesidades de su nutrición y defensa, á veces en condiciones diferentes de vida, en un punto de residencia completamente distinto, y por consiguiente con disposiciones transitorias y distintas de las de la forma adulta. Se da el nombre de *metamorfosis* á esta forma de desarrollo postembrionario.

La embriología de los anfibios é insectos nos proporciona ejemplos de metamorfosis (fig. 137). De los huevos de rana y de sapo salen larvas con cola y sin extremidades, llamadas renacuajos. Por su cola comprimida y por su respiración branquial recuerdan estos renacuajos á los peces, y tienen en la garganta dos fosetas ventosas para adherirse á las plantas. La boca está revestida de un es-

tuche córneo; el conducto intestinal, arrollado en espiral, es notablemente largo; el corazón simple, y los arcos vasculares análogos á los de los peces. A medida que avanza el crecimiento las arborizaciones branquiales exteriores se atrofian y son reemplazadas por laminillas branquiales cubiertas por un repliegue de la piel; la cresta cutánea de la cola llega á tener una altura considerable; cre-

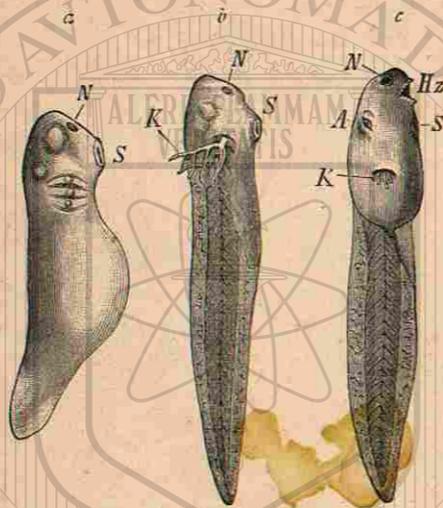


Fig. 137. — Diversos períodos del renacuajo, según Ecker. *a*, embrión antes de su salida del huevo con prominencias branquiales en forma de verrugas sobre los arcos viscerales; *b*, larva, algún tiempo después de su salida del huevo, con arborizaciones branquiales; *c*, larva de más tiempo, con estuche córneo; pequeña hendidura branquial bajo la cubierta branquial cutánea y branquias internas; *N*, fosa nasal; *S*, fosa aspirante; *K*, branquias; *A*, ojo; *Hz*, estuche córneo bucal.

cen primero los miembros posteriores, al paso que los anteriores, aunque no tardan en formarse, quedan todavía mucho tiempo ocultos bajo la piel y no asoman al exterior hasta pasado más tiempo. Entretanto se han desarrollado los pulmones, como apéndices del intestino anterior, y las branquias dejan de ser los órganos de la respiración; el corazón se duplica, la circulación llega á su completo desarrollo, y cae el rodete córneo de la boca. Finalmente se retrae y atrofia el apéndice caudal, y el renacuajo, apto para la vida acuática, se convierte en rana ó sapo, destinados á vivir sobre la tierra (fig. 138).

Para estas dos formas de evolución, la *metamorfosis* y la *evolución directa*, unidas realmente entre sí por términos de transición, pero perfectamente opuestas cuando son bien marcadas, parece de primera importancia la cantidad del material formativo y nutritivo que se ofrece al embrión, en relación con la magnitud del animal adulto (R. Leuckart). Los animales de *evolución directa* necesitan (proporcionalmente al nivel de su organización y á la magnitud de su cuerpo) que el huevo esté copiosamente provisto de vitelo nutritivo, ó disponer de fuentes accesorias de nutrición para el des-

arrollo del embrión, y por eso producen huevos relativamente grandes (pájaros) ó se forman en íntima unión con el cuerpo materno, del cual reciben incesantemente materiales nutritivos (mamíferos). En cambio los animales que se desarrollan mediante metamorfosis provienen de huevos relativamente pequeños y adquieren por sí propios después de nacer el material necesario para su ulterior



Fig. 138. — Fases más avanzadas de la evolución de un sapo (*Pelobates fuscus*). *a*, larva sin extremidades y cola larga y elevada; *b*, larva con miembros posteriores; *c*, larva con cola y las cuatro extremidades; *d*, sapo joven con apéndice caudal; *e*, el mismo después de perder el apéndice.

desarrollo, y del cual se vieron privados en su vida ovular. En igualdad de condiciones, y en el supuesto de igual productividad, esto es, con la reserva de una cantidad determinada de material formativo en proporción con el peso del cuerpo, las hembras de los primeros dan un escaso número de descendientes, y este número es muy considerable en las hembras de los segundos, en igualdad de cantidad de material reproductor aplicable á la procreación. Es, pues, la metamorfosis una forma evolutiva que aumenta las proporciones de la fecundidad, esto es, el número de descendientes producidos por una cantidad dada de materia formativa, y tiene

por consiguiente una gran importancia fisiológica en el régimen de las múltiples relaciones de la naturaleza viviente.

En tiempos pasados se trató de explicar de una manera teleológica esa evolución indirecta que se realiza mediante múltiples reducciones y cambios de forma, ó sea la metamorfosis, atribuyéndole el objeto de aumentar la fecundidad, para cumplir la necesidad de órganos de protección y nutrición de seres embrionarios venidos prematuramente á la vida libre, en estado de organización simple é incompleta (R. Leuckart). Con la demostración de tales relaciones de reciprocidad entre los órganos embrionarios y las exigencias especiales de la protección y nutrición, se ha conseguido un factor importante para la comprensión de los aparatos especiales, pero no se ha dado explicación alguna de ellos. Para conseguirla es necesario recurrir á los principios del darwinismo y á la doctrina de la descendencia, según la cual la forma y estructura de las larvas está en relación con la evolución paleontológica (*filogenia*), derivándose las formas en términos de que los estados embrionarios iniciales corresponden á formas animales primitivas, y las más avanzadas á otras posteriores y de más elevada organización. En este sentido los procesos evolutivos del individuo aparecen como una recapitulación más ó menos completa de la embriología de la especie, con múltiples modificaciones producidas por adaptación en la lucha por la existencia y particularidades secundariamente adquiridas (ley fundamental de Federico Muller, admitida por anatómicos antiguos como F. Meckel, y llamada por Haeckel *ley fundamental biogenética*). La historia originaria de la especie se hallará tanto más completamente reproducida en la embriogenia del individuo cuanto más larga sea la serie de los estados larvarios que éste atraviese, y se conservará con tanta mayor fidelidad cuanto menores sean las particularidades de los estados larvarios adquiridas independientemente y más avanzada la época en que se manifiesten. Hay, sin embargo, gran número de formas larvarias que sólo pueden explicarse por la adaptación (casi todas las larvas de insectos), y entre las larvas de los crustáceos, que á menudo sufren una larga serie de transformaciones, son pocas las que, como el período de Mysis de los macruros, tienen verdadera significación filética. Las más jóvenes de estas larvas, como la *Zoea* de los decápodos y la *Nau-*

plius, que tiene igual importancia para los entomostráceos y malacostráceos, no indican en manera alguna, como se creía antes, la existencia de grupos primitivos, progenitores de los zoeópodos y naupliados, pues que presentan vestigios indubitables de caracteres secundarios adquiridos por adaptación y relegados á las formas embrionarias. En cambio la larva de Loven (*Trocophora* ó *Trochosphera*), muy esparcida entre los anélidos y moluscos, implica gran importancia filética, porque atestigua la existencia de un tronco progenitor común á todos estos grupos.

La metamorfosis es, por lo tanto, un hecho íntimamente ligado con la evolución filogenética y notoriamente la forma primaria de la evolución.

Los documentos históricos adquiridos por la embriología se van borrando lentamente por efecto de la simplificación y abreviación del desarrollo libre, quedando relegadas á la vida embrionaria las sucesivas fases de transformación, que al abrigo de las envolturas del huevo y á expensas de un abundante material nutritivo (vitelo secundario, albúmina, nutrición placentaria) se realiza con más rapidez y en forma más abreviada (cangrejos, mamíferos). El desarrollo completo constituye, por consiguiente, en los animales de evolución directa una metamorfosis compendiada y simplificada, y comparado con la metamorfosis es el desarrollo directo una forma *secundaria* de evolución.

GENERACIÓN ALTERNANTE; POLIMORFISMO; HETEROGONÍA
Y DISOGONÍA

Tanto en la evolución directa como en la indirecta por medio de metamorfosis, las sucesivas modificaciones de forma se desenvuelven durante la vida del mismo individuo. Hay otras formas de desarrollo libre en las que el individuo sólo atraviesa una parte de las transformaciones, manifestándose otra parte de ellas en los descendientes por él producidos. El ciclo vital de la especie se halla así representado por dos ó más generaciones, que bajo formas y organización diferentes se alimentan y reproducen en diversas condiciones.

Estas formas evolutivas constituyen la *generación alternante*

por consiguiente una gran importancia fisiológica en el régimen de las múltiples relaciones de la naturaleza viviente.

En tiempos pasados se trató de explicar de una manera teleológica esa evolución indirecta que se realiza mediante múltiples reducciones y cambios de forma, ó sea la metamorfosis, atribuyéndole el objeto de aumentar la fecundidad, para cumplir la necesidad de órganos de protección y nutrición de seres embrionarios venidos prematuramente á la vida libre, en estado de organización simple é incompleta (R. Leuckart). Con la demostración de tales relaciones de reciprocidad entre los órganos embrionarios y las exigencias especiales de la protección y nutrición, se ha conseguido un factor importante para la comprensión de los aparatos especiales, pero no se ha dado explicación alguna de ellos. Para conseguirla es necesario recurrir á los principios del darwinismo y á la doctrina de la descendencia, según la cual la forma y estructura de las larvas está en relación con la evolución paleontológica (*filogenia*), derivándose las formas en términos de que los estados embrionarios iniciales corresponden á formas animales primitivas, y las más avanzadas á otras posteriores y de más elevada organización. En este sentido los procesos evolutivos del individuo aparecen como una recapitulación más ó menos completa de la embriología de la especie, con múltiples modificaciones producidas por adaptación en la lucha por la existencia y particularidades secundariamente adquiridas (ley fundamental de Federico Muller, admitida por anatómicos antiguos como F. Meckel, y llamada por Haeckel *ley fundamental biogenética*). La historia originaria de la especie se hallará tanto más completamente reproducida en la embriogenia del individuo cuanto más larga sea la serie de los estados larvarios que éste atraviese, y se conservará con tanta mayor fidelidad cuanto menores sean las particularidades de los estados larvarios adquiridas independientemente y más avanzada la época en que se manifiesten. Hay, sin embargo, gran número de formas larvarias que sólo pueden explicarse por la adaptación (casi todas las larvas de insectos), y entre las larvas de los crustáceos, que á menudo sufren una larga serie de transformaciones, son pocas las que, como el período de Mysis de los macruros, tienen verdadera significación filética. Las más jóvenes de estas larvas, como la *Zoea* de los decápodos y la *Nau-*

plius, que tiene igual importancia para los entomostráceos y malacostráceos, no indican en manera alguna, como se creía antes, la existencia de grupos primitivos, progenitores de los zoeópodos y naupliados, pues que presentan vestigios indubitables de caracteres secundarios adquiridos por adaptación y relegados á las formas embrionarias. En cambio la larva de Loven (*Trocophora* ó *Trochosphera*), muy esparcida entre los anélidos y moluscos, implica gran importancia filética, porque atestigua la existencia de un tronco progenitor común á todos estos grupos.

La metamorfosis es, por lo tanto, un hecho íntimamente ligado con la evolución filogenética y notoriamente la forma primaria de la evolución.

Los documentos históricos adquiridos por la embriología se van borrando lentamente por efecto de la simplificación y abreviación del desarrollo libre, quedando relegadas á la vida embrionaria las sucesivas fases de transformación, que al abrigo de las envolturas del huevo y á expensas de un abundante material nutritivo (vitelo secundario, albúmina, nutrición placentaria) se realiza con más rapidez y en forma más abreviada (cangrejos, mamíferos). El desarrollo completo constituye, por consiguiente, en los animales de evolución directa una metamorfosis compendiada y simplificada, y comparado con la metamorfosis es el desarrollo directo una forma *secundaria* de evolución.

GENERACIÓN ALTERNANTE; POLIMORFISMO; HETEROGONÍA
Y DISOGONÍA

Tanto en la evolución directa como en la indirecta por medio de metamorfosis, las sucesivas modificaciones de forma se desenvuelven durante la vida del mismo individuo. Hay otras formas de desarrollo libre en las que el individuo sólo atraviesa una parte de las transformaciones, manifestándose otra parte de ellas en los descendientes por él producidos. El ciclo vital de la especie se halla así representado por dos ó más generaciones, que bajo formas y organización diferentes se alimentan y reproducen en diversas condiciones.

Estas formas evolutivas constituyen la *generación alternante*

(*metagenesis*), ó sea la alternativa uniforme de una generación sexualmente desarrollada con otra ú otras que se reproducen asexualmente. Descubierta en las salpas por el poeta Chamisso (1), pero abandonada al olvido durante dos decenios, la generación alternante fué nuevamente descubierta por J. Steenstrup (2) y comprobada como regla evolutiva en la reproducción de una serie de animales (*medusas, trematodes*). Esta forma evolutiva consiste esencialmente en que los animales sexuados producen descendientes que se mantienen durante toda su vida distintos de sus padres, pero son aptos para la reproducción y engendran asexualmente (funcionando como *nutrices*) una cría que reproduce la organización y género de vida de los antecesores sexuados, ó se multiplica también asexualmente, no volviendo á reaparecer el animal sexuado hasta la siguiente generación. En el último caso se da á la primera generación el nombre de *prenutriz* y á la segunda el de *nutriz*; la vida de la especie se compone, pues, de tres generaciones sucesivas (animal sexuado, *prenutriz* y *nutriz*). El desarrollo de las dos, tres ó muchas generaciones puede ser directo ó consistir en una metamorfosis más ó menos complicada, é igualmente la *nutriz* presenta algunas veces analogía con la forma sexuada en cuanto á su nutrición y grado de organización (salpas) y otras presenta relaciones análogas á las que existen entre la larva y el animal adulto, *medusas*. Tenemos, pues, que distinguir varias formas de generación alternante que genéticamente derivan y se explican de diverso modo.

La última, análoga por sus condiciones á la metamorfosis, podemos explicarla en la mayoría de los casos suponiendo que la forma *nutriz*, que corresponde á un estado inferior del desarrollo del tronco primordial, ha heredado de éste la aptitud para la reproducción asexual, al paso que la reproducción sexual recae en el miembro más elevado filéticamente; ejemplo, la *metagenesis* de las medusas discóferas. La planula ciliada (gástrula con la boca primitiva cerra-

(1) Adalberto Chamisso: *De animalibus quibusdam e classe vermium Linnæana in circumnavigatione terræ auspicante comite N. Romanzoff duce Ottone de Kotzebue annis 1815, 1816, 1817, 1818 peracta*, fasc. I, *De salpa*. Berolini, 1819.

(2) J. J. Steenstrup: *Ueber den Generationswechsel, etc., übersetzt von C. H. Lorenzen*, Kopenhagen, 1842.

da), después de salir del huevo y de moverse vivamente durante largo tiempo, se fija por el polo dirigido hacia delante cuando se mueve, y en el polo libre aparece una nueva abertura bucal, alrededor de la cual crecen sucesivamente uno, dos, cuatro, ocho, y últimamente diez y seis tentáculos, en tanto que el amplio ámbito bucal se eleva en forma de cono contráctil (fig. 139). En el interior de la cavidad gástrica resaltan cuatro elevaciones gástricas, acompañadas de haces musculares longitudinales que se extienden desde

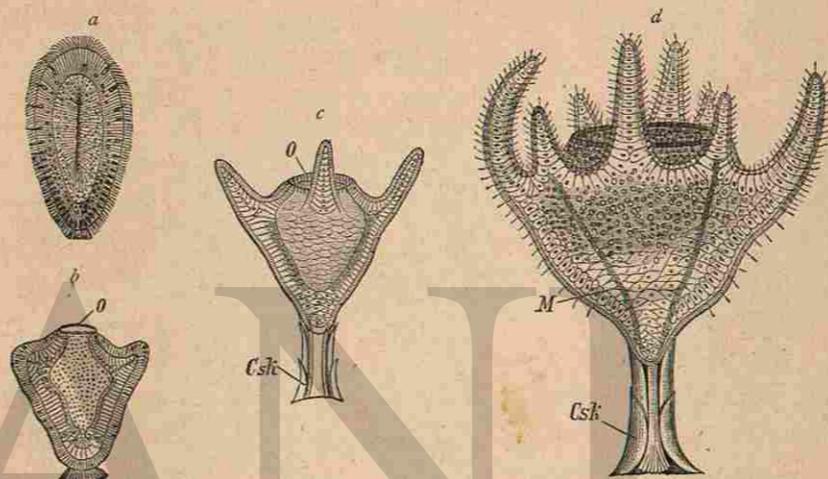


Fig. 139. — Desarrollo de la plánula de *Chrysaora* hasta la forma de *Scyphistoma* de ocho tentáculos. — *a*, plánula didérmica con hendidura gástrica estrecha. — *b*, la misma después de quedar fija y abrirse una nueva abertura bucal *o*, en el período de formación de tentáculos; *c*, pólipo *scyphistoma* con cuatro tentáculos; *Csk*, esqueleto cuticular; *d*, *scyphistoma* de ocho tentáculos con boca extensamente abierta; *M*, músculo longitudinal de las prominencias gástricas.

el pie hasta la base del cono lineal. Luego que el pólipo, que en este período constituye el *Scyphistoma* (*Scyphostoma*), gracias á condiciones favorables de nutrición ha llegado á ciertas dimensiones, se forman en la parte anterior del cuerpo estrangulaciones anulares, que la dividen en una serie de secciones segmentarias. Primero se estrangula la más anterior, la que comprende la corona de tentáculos, y sucesivamente se van formando nuevos segmentos anulares de delante á atrás, quedando sin dividir la porción terminal abultada del cuerpo del pólipo. El *Scyphistoma* se ha convertido en *Strobila*, que á su vez recorre varias fases evolutivas. Al paso que se atrofian los tentáculos, los segmentos sucesivos formados

por las estrangulaciones se convierten en discos pequeños aplanados con apéndices lobulares y cuerpos marginales (tentáculos atrofiados), que se desprenden uno á uno, constituyendo las larvas de medusas en estado de *Ephyras* (fig. 139, *g, h*).

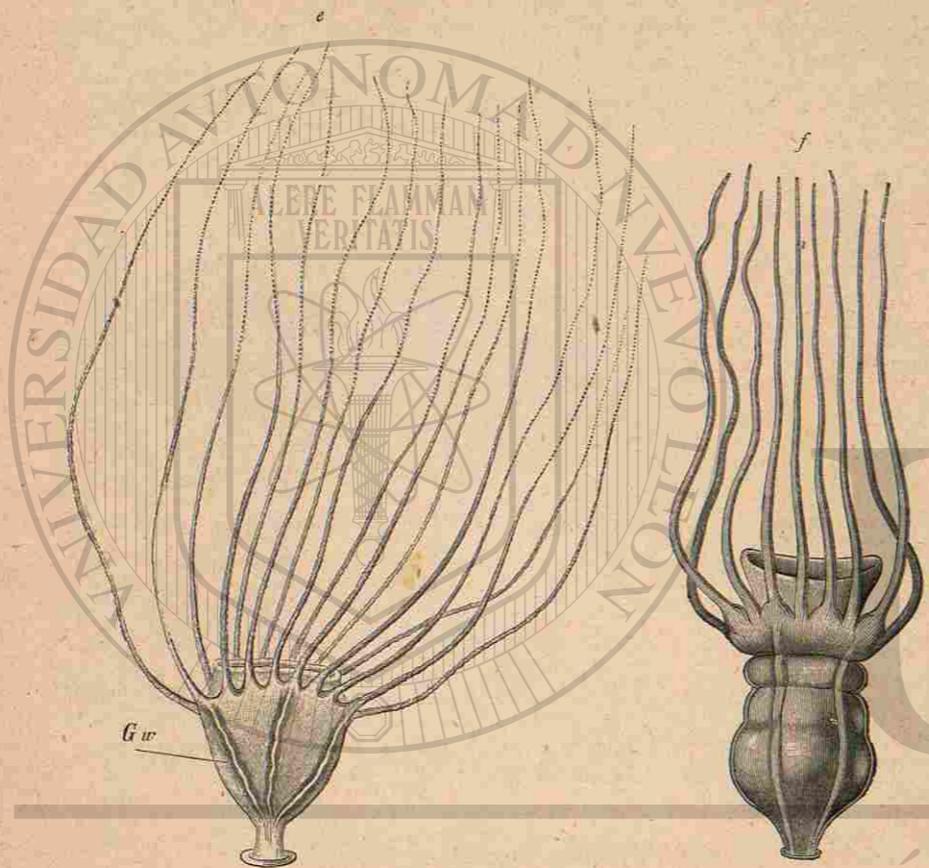


Fig. 139. — *e*, *Scyphistoma* de diez y seis tentáculos (pequeño aumento); *Gw*, prominencias gástricas. — *f*, formación incipiente de la *Strobila* de *Chrysaora*; la corona tentacular se conserva sin variación hasta las eminencias bucales.

En otros casos en que la nutriz y el animal sexuado son morfológicamente iguales (como en las salpas), ha debido desarrollarse la metagénesis (como del hermafroditismo la separación de los sexos) por vía de división del trabajo de animales sexuados, primitivamente iguales en conformación y aptos para producir retoños. Para el desarrollo de la cadena uniforme de retoños (en el estolón prolifero) ha sido una ventaja que en los individuos que los produ-

cen se haya interrumpido la reproducción sexual, y que los órganos reproductores se hayan atrofiado hasta desaparecer por completo, al paso que en los individuos reunidos en cadena se desarrollan los órganos muy desde el principio y se atrofian por completo los rudimentos del estolón prolifero.

De igual manera que en la reproducción asexual por retoños se producen colonias y animales aislados cuando los retoños no se separan del individuo matriz, así también hay formas determinadas de generación alternante en que quedan permanentemente unidos la nutriz y el animal sexuado (hidroides). Cuando los individuos que retoñan de una colonia, en vez de estar todos conformados de igual manera en estado de individuos nutrices y sexuados, difieren por su organización en términos de que contribuyen con funciones y trabajos distintos al sostenimiento de la colonia, se halla realizada la forma de generación alternante conocida con el nombre de *polimorfismo* (1), que se encuentra en un grado máximo de desarrollo en las colonias polimorfas de los *sifonóforos*. Esta forma de generación alternante se distingue poco ó nada de la metamorfosis, porque se trata en ella de la producción de estados individuales que en un caso forman conjuntos orgánicos y en otro llegan á existir independientemente (gusanos planos, *Tenia*, *Bothriocephalus*, *Ligula*, *Caryophyllæus*).

Es otra forma de reproducción, análoga á la metagénesis, pero

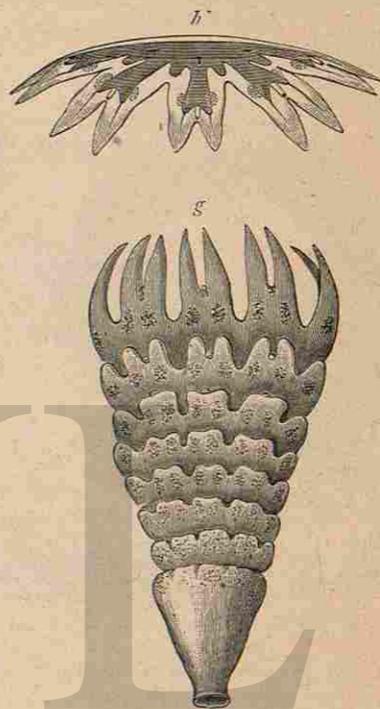


Fig. 139. — *g*, *Strobila* completamente formada con *Ephyras* que se van desprendiendo. — *h*, *Ephyra* libre (de 1'5 á 2 milímetros de diámetro).

(1) R. Leuckart: *Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur*, Giessen, 1851.

explicable de distinto modo, la *heterogonía*, no conocida hasta hace poco tiempo. Se caracteriza esta forma por la sucesión de generaciones sexuales diversamente conformadas y que viven en condiciones de nutrición distintas, de las cuales una ó varias se pueden reproducir agamogenéticamente, por evolución espontánea de los

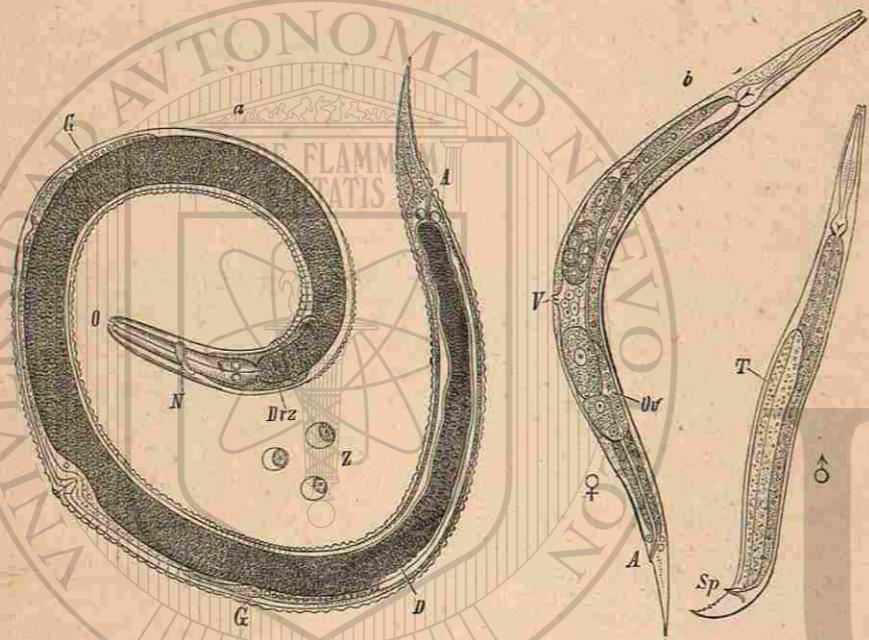


Fig. 140. — a. *Rhabdonema nigrovenosum*, de unos 3 á 5 milímetros de longitud, en el período de madurez masculina; S, glándulas genitales; O, boca; D, intestino; A, ano; N, anillo nervioso; Drz, células glandulares; Z, zoospermo aislado de las mismas. — b. Forma de *Rhabditis*, macho y hembra, de la misma, de 1'5 á 2 milímetros de longitud; Ov, ovario; T, testículo; V, orificio genital femenino; Sp, espícula.

huevos, con ausencia de individuos machos. La heterogonía, comprobada primero en nematodos pequeños (*Rhabdonema nigrovenosum* y *Leptodera appendiculata*), sólo puede explicarse por la adaptación á condiciones de vida diferentes. Según que el animal se desarrolla como parásito en condiciones favorables de nutrición, ó libremente con escasez de materias nutritivas en el suelo húmedo ó en agua cenagosa, se conforma el cuerpo del animal sexuado de manera tan distinta, que nos inclinaríamos á colocarlos en géneros diferentes. En el *Rhabdonema nigrovenosum*, del pulmón de los batracios, y en su correspondiente de vida libre, el *Rhabditis*, las

dos generaciones se suceden con rigurosa alternativa, y otro tanto sucede en algunos otros casos de heterogonía de nematodos pequeños, no conocidos hasta época muy reciente (*Rhabdonema intestinalis* del intestino del hombre, *Rhabditis stercoralis*, *Allantonema mirabile* con su generación libre de *Rhabditis*) (fig. 140, a, b). No así en la *Leptodera appendiculata*, en que la reproducción alternante no es una condición necesaria, y según las condiciones aparece una ú otra forma.

En los insectos se observan formas de heterogonía en las que alterna el desarrollo partenogenético del huevo con el de huevos fecundados y frecuentemente se manifiesta un marcado polimorfismo de individuos pertenecientes á una especie. Así, por ejemplo, en los pulgones de las

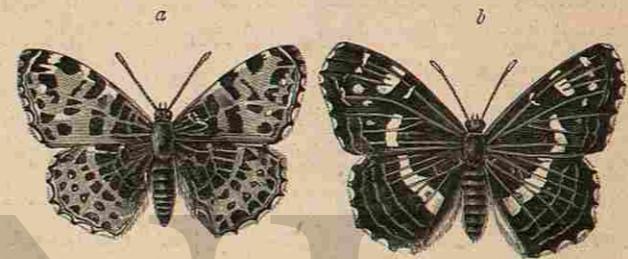


Fig. 141. — *Vanessa (prorsa) levana* hembra. a, forma de invierno; b, forma de verano, según Weismann.

cortezas (*Chermes*) y en los de raíces (*Phylloxera*), una ó más generaciones (aladas ó sin alas) se reproducen partenogenéticamente y están constituidas por hembras ovíparas, al paso que en cierta época del año aparece una generación de machos y hembras que ponen huevos y se distinguen por la reducción de las piezas de la boca y del aparato digestivo y por la pequeña magnitud del cuerpo. Se puede considerar como un grado previo de heterogonía el dimorfismo estacional, que se observa muy pronunciado en muchas mariposas, como la *Vanessa (prorsa) levana*, y que está caracterizado por aparecer en diferentes épocas del año generaciones cuyas alas presentan colores y dibujos diferentes (fig. 141).

Tales formas de heterogonía tienen gran semejanza con la generación alternante, especialmente cuando las generaciones partenogenéticas se adaptan á la falta de cópula y fecundación, y en su condición de hembras agamas ineptas para la cópula experimentan en su aparato generador modificaciones que las distinguen de las hembras aptas para la cópula. Este caso se encuentra en ciertos

pulgonos cuya reproducción se ha calificado por mucho tiempo, siguiendo la opinión de Steenstrup y Siebold, de generación alternante, hasta que se impuso la opinión que la calificó de heterogónica (Claus), fundada en los procesos de reproducción de especies afines (*Chermes*). Según esta opinión, las nutrices vivíparas de los pulgonos son una forma de hembras de conformación distinta adaptadas á la reproducción partenogenética y su germígeno no es otra cosa que el ovario modificado.

Se dan, sin embargo, casos en que el desarrollo partenogenético del huevo empieza muy al principio en el ovario rudimentario del embrión; la reproducción está, por lo tanto, relegada al período larvario, y las larvas se conducen fisiológicamente como nutrices. Resulta, pues, de aquí una forma de heterogonía semejante á la generación alternante que se explica como dependiente de un desarrollo partenogenético del huevo ocurrido prematuramente. Ejemplos de este género han sido observados por N. Wagner en una larva de *Cecidomya* (*Miastor*) y por Grimm en ninfas de una especie de *Chironomus*. La forma embrionaria ó larva no desarrollada tiene ya la aptitud para reproducirse mediante sus rudimentos germinales, y á este fenómeno se le ha dado el nombre propuesto por C. E. de Baer de *pediogénesis*.

Si se quiere dar al cuerpo reproductor la significación de un germígeno y á las células en él contenidas la de células germinativas ó esporos, la reproducción de las cecidomias entrará en la categoría de generación alternante, interpretación tanto menos sostenible cuanto que el concepto de espora, tomado del reino vegetal, no encuentra en los metazoos hecho alguno en qué fundarse, y por lo tanto es inadmisibles. Las células reproductoras de los metazoarios, que han sido consideradas como esporos ó células germinativas, derivan seguramente en todos los casos del complejo celular que representa el esbozo del ovario, y es apreciable casi siempre en los períodos tempranos de la evolución embrionaria.

En conformidad con lo expuesto, apenas es dudoso que el desarrollo de los distomas, referido hasta ahora á la generación alternante, corresponde á una forma de heterogonía combinada con pediogénesis. Después de terminada la segmentación y el desarrollo embrionario, los embriones ciliados (fig. 142 *a* y *b*) abandonan, casi

siempre en el agua, sus envolturas ovulares y penetran por emigración autonómica en el cuerpo de un caracol, penetrando en su cavidad vital para transformarse en ella en un esporocisto tubuloso ó ramificado (fig. 142 *c*), ó en una *redia* provista de boca y rudimentos de tubo digestivo (fig. 142 *a*). Estas formas evolutivas, las más inferiores morfológicamente, producen, mediante gránulos germinales ó esporos, una generación de descendientes que se hacen libres

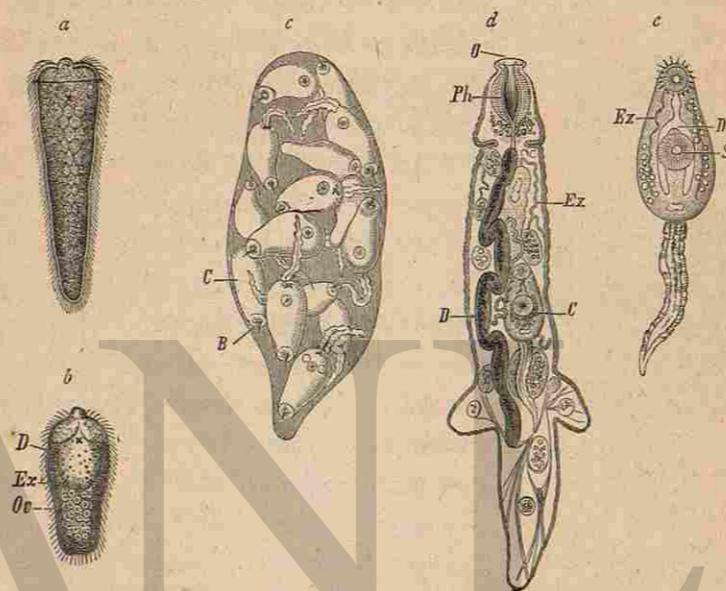


Fig. 142. - Desarrollo del *Distomum*, en parte según Leuckart. - *a*, embrión ciliado del *distomum hepaticum* apto para la natación. - *b*, el mismo contraído con rudimento intestinal *D*, y acumulo de células *Ov* (esbozo de glándula genital); *Ex*, aparato ciliado del vaso acuífero rudimentario. - *c*, esporocisto procedente de un embrión de *distomum* lleno de cercarias (*C*); *B*, aguijón de una cercaria. - *d*, redia con boca (*O*), faringe (*Ph*) é intestino, *D*; *Ex*, órgano excretor; *C*, cría de cercarias en el interior del mismo. - *e*, cercaria libre; *S*, ventosa; *D*, tubo digestivo.

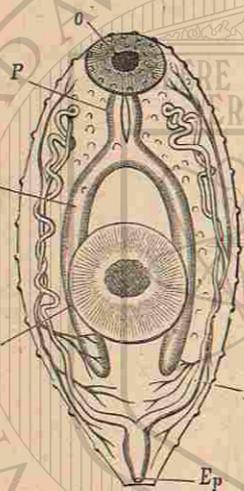
en estado de *cercarias* (fig. 142 *e*), y después de perder el aguijón bucal y la cola, se adhieren al cuerpo de un portador intermedio (fig. 143 *d*), y desde aquí pasan al organismo que les ha de dar albergue definitivo y en él se convierten en animales sexuados. Es en extremo probable también en este caso que el órgano reproductor de cuyas células proceden las cercarias represente el conjunto celular del esbozo del ovario, cuyos elementos se desarrollan sin intervención de zoospermos ó sea partenogenéticamente. Los túbulos germinativos (esporocistos ó redias) serían en este caso larvas aptas para la reproducción; pero las cercarias representan

una segunda fase larvaria más adelantada. Provistas de apéndice caudal, y frecuentemente de ojos y de aguijón bucal, presentan, salvo la falta de órganos sexuales, gran semejanza con los animales sexuados, estado al que no llegan hasta que penetran en el cuerpo de un animal, casi siempre de organización superior, y después de haber perdido sus órganos larvarios.

Aceptando el concepto de espora como un producto de reproducción asexual, se hace imposible establecer en la práctica un límite preciso entre la generación alternante y la heterogonía, porque se carece de criterio absoluto para establecer la diferencia entre el espora y el huevo que se desarrolla partenogénicamente. Pero si se consideran, como parece más exacto, los esporos como células del esbozo del ovario, capaces de desarrollarse espontáneamente, se tendrá una distinción clara entre la generación alternante y la heterogonía, puesto que las formas nutrices sólo se reproducen por gemmación y excisión, mientras que la reproducción por células germinativas, consideradas como ovicélulas susceptibles de evolución espontánea, entra en la heterogonía.

Fig. 143. - *Disomum* joven, según La Valette. *Ex*, troncos del sistema acuífero; *Ep*, poro excrementicio; *O*, abertura bucal con ventosa; *S*, ventosa abdominal; *P*, faringe; *D*, intestino en forma de herradura.

Es carácter esencial, así de la heterogonía como de la generación alternante, la distinta conformación de las generaciones que se suceden durante la vida de la especie y alternan casi siempre con exacta regularidad. Hay, sin embargo, otras formas de reproducción, sucediéndose en la evolución del individuo dos estados susceptibles de reproducirse de modo distinto. Estas formas tienen gran interés para explicar el modo de origen de la generación alternante y de la heterogonía, porque son en cierto modo como grados previos de la sucesión alternativa de dos ó más generaciones de individuos. A este orden pertenece la generación llamada alternante de ciertos corales (*Blastotrochus*), que en la primera edad se reproducen por gemmación, sin



perder por eso la aptitud de llegar al período de madurez sexual.

Deben ser incluidos en la categoría de la heterogonía incompleta los procesos de reproducción de los filópodos y rotatorios, cuyas hembras producen huevos de verano (con evolución partenogénica), y más tarde huevos de invierno, que necesitan fecundación (*Dafnides*). La verdadera heterogonía sólo podría reconocerse en el caso en que sea demostrable la existencia de generaciones especiales, y en el caso mencionado partenogénicas, que se reproduzcan sin machos, á la vez que generaciones especiales sexuales, presentándose en las primeras particularidades relacionadas con la no necesidad de la fecundación.

Se ha dado el nombre de *disogonía* á una forma de reproducción que tiene algo de la heterogonía, pero en realidad difiere de ella. Es común en las medusas lobuladas y consiste en la reproducción sexual en dos diferentes formas del individuo, la larva y la forma morfológicamente desarrollada. Según ha demostrado Chun, las larvas cidipiformes del *Eucharis* y *Bolina* adquieren la madurez sexual, probablemente bajo la influencia de una temperatura elevada, inmediatamente después de haber abandonado la envoltura ovular; pero después de haber depuesto los huevos fecundados retrogradan las capas sexuales para desarrollarse lentamente hasta llegar á medusas lobuladas. En este estado necesitan muchos meses para llegar por segunda vez á la madurez sexual, de modo que la metamorfosis interrumpe la actividad sexual. De esta manera disógona (pudiera llamarse polígona) se conducen también muchas medusas hidroides (*Eucope variabilis*) y algunos sifonóforos (*Forskalia*, *Halistemma*), que producen productos sexuados en diferentes períodos de su evolución antes de entrar en el período final de su desarrollo morfológico.

Los orígenes de la zoología se remontan á una lejana antigüedad, pero se puede considerar como el fundador de esta ciencia á Aristóteles (siglo cuarto antes de J.C.), que recopiló las observaciones dispersas de sus predecesores y las enriqueció con extensas observaciones propias, haciendo un conjunto científico inspirado en el sentido filosófico. Los más importantes de sus escritos zoológicos tratan de la *generación de los animales*, de *las partes de los animales* y de la *historia de los animales* (2). Desgraciadamente, esta última, la más importante de todas, se conserva incompleta. En Aristóteles no se ha de buscar un zoólogo descriptivo, ni en sus obras un sistema zoológico llevado hasta sus últimos detalles. Aquel gran pensador no se limitó á un solo aspecto de la ciencia, sino que consideró al animal como organismo viviente en todas sus relaciones con el mundo exterior, y lo estudió en su desarrollo, estructura y manifestaciones vitales, creando una zoología comparada que constituye en muchos conceptos como la base primordial de nuestra ciencia. La división en *animales con sangre* (εναίμα) y animales sin sangre (αναίμα), que él no empleó en el concepto riguroso de sistema, está ciertamente fundada en un error, porque todos los animales tienen un líquido sanguíneo, y el color rojo no es, como creía Aristóteles, un carácter decisivo de la sangre; pero en el fondo él fijó las dos grandes divisiones de los animales en *vertebrados* é *invertebrados* al señalar como carácter de los animales la existencia de

(1) Victor Carus: *Geschichte der Zoologie*, Munich, 1872.

(2) Véase J. B. Meyer: *Aristoteles Thierkunde*, Berlín, 1855. A. de Frantzius: *Aristoteles Theile der Thiere*, Leipzig, 1853; Aubert y Wimmer: *Aristoteles fünf Bücher von der Zeugung und Entwicklung der Thiere, übersetzt und erläutert*, Leipzig, 1860; Aubert y Wimmer: *Aristoteles Thierkunde*, tomo I y II, Leipzig, 1868.

una columna vertebral. Los ocho grupos zoológicos de Aristóteles son los siguientes:

Animales con sangre (εναίμα): vertebrados.

1.º Animales vivíparos (cuadrúpedos, ζωοτοκουντα εν αυτοις), al lado de los cuales colocó como especial γενος, la ballena.

2.º Pájaros (όρνιθες).

3.º Cuadrúpedos ovíparos (τετραποδα ή αποδα ωοτοκουντα).

4.º Peces (ιχθυες).

Animales sin sangre (αναίμα): invertebrados.

5.º Moluscos (μαλακια) (cefalópodos).

6.º Crustáceos (μαλακοστρακα).

7.º Insectos (εντομα).

8.º Testáceos (οστρακοδερματα) (equínidos, gasterópodos, lamelibranchios).

Después de Aristóteles sólo cuenta la antigüedad un zoólogo eminente, Plinio el Viejo, que, como se sabe, vivió en el primer siglo de J.C. y murió, siendo capitán de flota, en la gran erupción del Vesubio (79). La *Historia Natural* de Plinio trata de la naturaleza entera, desde los astros hasta los animales, plantas y minerales; pero no es una obra original de importancia científica, sino más bien una compilación de conocimientos anteriores, y no siempre dignos de confianza. Plinio tomó mucho de Aristóteles, pero con frecuencia le entendió mal y tomó como hechos positivos antiguas fábulas rechazadas por Aristóteles. Sin establecer un sistema propio, dividió los animales, según el medio en que viven, en *terrestres*, *acuáticos* y *volátiles*, división que imperó hasta Gessner.

Con la decadencia de las ciencias cayó también en el olvido la historia natural. Subyugado el espíritu humano por el dominio de la fuerza, no sintió durante la Edad media la necesidad de contemplar por sí mismo la naturaleza; pero dentro de los muros de los conventos cristianos hallaron las obras de Aristóteles y Plinio un asilo que salvó de la destrucción aquellos gérmenes de la ciencia nacidos en el seno del paganismo.

Durante la Edad media escribieron obras de historia natural el obispo español Isidoro de Sevilla (siglo VII) y más tarde Alberto el Grande (siglo XIII), el primero bajo el modelo de Plinio. Con el renacimiento de las ciencias en el siglo XVI, volvieron á estar en

auge las obras de Aristóteles, pero se despertó ya la afición á investigaciones y estudios originales. Las obras de Gessner, Aldrovando y Wotton dan buen testimonio de ese despertar á la nueva vida de la ciencia, cuyo caudal se enriqueció más y más con el descubrimiento de nuevas partes de la tierra. En el siglo siguiente, el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey, el del curso de los planetas por Kleper y el de las leyes de la gravitación universal por Newton, abren á la física nuevos caminos, y la zoología entra también en un periodo de fecundo progreso. M. Aurelio Severino escribió su *Zootomia democritea* (1645) y dió en ella la descripción anatómica de varios animales, contribuyendo con ella al adelanto de la anatomía y fisiología humanas. Swammerdam, en Leyden, disecó el cuerpo de los insectos y moluscos, y describió la metamorfosis de las ranas; Malpigio, en Bolonia, y Leuwenhoek, en Delft, utilizan el descubrimiento del microscopio para estudiar los tejidos y los organismos pequeños (infusorios). Descubrió el último los glóbulos sanguíneos y vió el primero las estrias transversales de los músculos. Un estudiante, Hamm, descubre los corpúsculos seminales y les da el nombre de espermatozoos en razón de sus movimientos. El italiano Redi combate la generación espontánea de animales en las materias en putrefacción, demuestra que los gusanos de las carnes proceden de huevos de moscas, y se adhiere á la célebre máxima de Harvey: *Omne vivum ex ovo*. En el siglo XVIII se enriquecieron considerablemente los conocimientos sobre la vida de los animales. Naturalistas como Reaumur, Rosel, de Rosenhof, de Geer, Bonnet, J. C. Schaeffer, Ledermuller, etc., estudian las metamorfosis y costumbres de los insectos y animales acuáticos indígenas, al paso que las expediciones á países extranjeros dan á conocer una multitud de animales exóticos. A consecuencia de tan extensas observaciones, y del afán siempre creciente de recoger todo lo notable de todas partes del mundo, se aumentó el material zoológico en proporción tan crecida, que la zoología, imposibilitada de abarcarlo de una ojeada, estuvo á punto de caer en la confusión por falta de orden, de clasificación y de nomenclatura.

En tales circunstancias había de tener gran importancia para el ulterior desenvolvimiento de la zoología la aparición de un genio sistematizador como Carlos Linneo (1707-1778). Ciertamente que

las tentativas de clasificación habían tenido un iniciador en Ray, considerado con razón como el precursor de Linneo; pero aquellas tentativas no habían llegado á tomar una forma metódica. Juan Ray introdujo el concepto de especie (1) y fijó como base de clasificación los caracteres anatómicos. En su trabajo, publicado en 1693: *Sinopsis de los mamíferos y reptiles*, aceptó la división de Aristóteles en animales con y sin sangre. Respecto de los primeros, fijó la base para las definiciones de las cuatro primeras clases de Linneo y dividió los animales sin sangre en grandes (cefalópodos, crustáceos y testáceos) y pequeños (insectos).

Sin poderse vanagloriar de investigaciones trascendentales ni de notables descubrimientos, Linneo influyó poderosamente en el desenvolvimiento de la ciencia por el acierto en la elección, por la precisión en las divisiones, por la introducción de un método nuevo de clasificación y nomenclatura.

Fijando para los grupos de distinto alcance una serie de categorías basada en los conceptos de especie, género, orden y clase, logró el medio de erigir un sistema de exacta clasificación. Por otra parte, con el principio de la *nomenclatura binaria* introdujo una manera fija y segura para la denominación. Cada animal tiene dos nombres tomados del latín: el primero señala el género y el segundo la especie, y con ambos se designa la especie y el género de la forma que se trata de clasificar. De este modo, no sólo ordenó Linneo lo conocido, sino que dió como medio de orientación general un cuadro en que pudieran colocarse en su debido lugar los descubrimientos ulteriores.

La obra capital de Linneo: *Systema natura*, que sufrió numerosas modificaciones en sus trece ediciones, abarca los reinos mineral, vegetal y animal, y por su método puede compararse á un catálogo detallado en que se hallaran registrados en orden determinado todos los productos de la naturaleza como los volúmenes de una biblioteca, con la indicación de sus caracteres más notables. Cada especie animal y vegetal ocupa un lugar determinado según sus propiedades, y está colocada en el grupo del género con el nombre de la especie. Al nombre sigue la legitimación, expresada en

(1) Las formas que son diferentes por su especie conservan constantemente su naturaleza específica, y no se produce una de la semilla de la otra ni viceversa.

breve diagnóstico latino, y termina la reseña con los sinónimos de los autores y datos sobre costumbres, habitación, patria y caracteres especiales.

Del mismo modo que en el dominio de la botánica formuló Linneo un sistema artificial fundado en los caracteres de las flores, así fué también artificial la clasificación de los animales, porque no está basada en la distinción de grupos naturales, sino que se apoya en caracteres aislados de la estructura interna y externa. Linneo aceptó las reformas introducidas en la clasificación aristotélica por Ray, y por la conformación del corazón, por las cualidades de la sangre, por el modo de reproducción y de respiración señaló las seis clases zoológicas siguientes:

1.^a *Mamíferos, Mammalia*. Sangre roja y caliente, corazón compuesto de dos aurículas y dos ventrículos, generación vivípara. Se divide en siete órdenes: *Primates* (cuatro géneros: *Homo, Simia, Lemur, Vespertilio*), *Bruta, Ferae, Glires, Pecora, Belluae, Cete*.

2.^a *Aves*. Sangre roja y caliente, corazón compuesto de dos aurículas y dos ventrículos, generación ovípara. *Accipitres, Picae, Anseres, Grallae, Gallinae, Passeres*.

3.^a *Anfibios, Amphibia*. Sangre roja y fría, corazón compuesto de una aurícula y un ventrículo, respiración pulmonar. *Reptilia* (*Testudo, Draco, Lacerta, Rana*), *Serpentes*.

4.^a *Peces, Pisces*. Sangre roja y fría, corazón compuesto de una aurícula y un ventrículo, respiración branquial. *Apodes, Jugulares, Thoracici, Abdominales, Branchiostegi, Chondropterygii*.

5.^a *Insectos, Insecta*. Sangre blanca, corazón simple, antenas articuladas. *Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera, Aptera*.

6.^a *Gusanos, Vermes*. Sangre blanca, corazón simple, antenas no articuladas: *Mollusca, Intestina, Testacea, Zoophyta, Infusoria*.

Al paso que los partidarios de Linneo desarrollaban su sistema zoográfico, árido é incompleto, considerando equivocadamente su artificio como la obra de la naturaleza, algunos naturalistas eminentes comprendieron la insuficiencia de aquel sistema y procuraron mejorarlo y reformarlo. Buffon, enemigo de las clasificaciones, creyó ver en el sistema una imposición al espíritu y concibió ya en

el reino animal un plan uniforme, que se modifica gradualmente; así lo dió á comprender en estas palabras: «Hay un tipo primitivo y general, que se puede ir siguiendo indefinidamente.» Fueron de mayor importancia las modificaciones del sistema propuestas por Lamarck respecto al «orden natural de los grados de organización.» En virtud de ellas quedó dividida la clase de los gusanos de Linneo en una serie de clases que, unidas á la de los insectos, constituían los invertebrados, en oposición á las cuatro primeras clases ó vertebrados. Ya en 1794 distinguió Lamarck, á la vez que las de los vertebrados, las cinco clases de los *moluscos, insectos, gusanos, equinodermos* y *pólipos*, que más tarde aumentó hasta llegar en definitiva á clasificar los invertebrados en diez clases, que descendiendo de lo más complicado á lo más simple son: *moluscos, cirrípedos, anélidos, crustáceos, arácnidos, insectos, gusanos, radiados* (en lugar de los equinodermos, con inclusión de los radiados blandos ó acalefos), *pólipos é infusorios*. De esta manera se preparaba el sistema de Cuvier, que uniendo los caracteres zoológicos á los anatómicos se acercaba á las condiciones de una clasificación natural.

Jorge Cuvier, nacido en Montbeliard en 1769, educado en la *Karlsakademie* de Stuttgart, y más tarde profesor de anatomía comparada en el Jardín de Plantas de París, publicó sus extensas investigaciones en varias obras, y especialmente en sus *Leçons d'anatomie comparée* (1805).

En 1812 estableció en un trabajo que ha tenido gran celebridad sobre la división de los animales según su organización (1), una clasificación nueva y esencialmente distinta, que dió la base de los métodos naturales. Cuvier no consideraba, como lo habían hecho la mayoría de los anatómicos, los descubrimientos y los hechos anatómicos por sí solos como el objeto final de las investigaciones, sino que los sometía á estudios comparativos que le condujeron á fijar leyes generales. Relacionando las particularidades de los órganos con la vida y unidad del organismo reconoció la dependencia recíproca de los órganos y de sus particularidades; y de la correlación ya vislumbrada por Aristóteles de las partes, dedujo su principio de las condiciones necesarias de existencia sin las cuales no

(1) *Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le regne animal. Ann. du Musée d'hist. nat.*, tomo XIX, 1812.

puede vivir el animal (*principe de conditions d'existence ou causes finales*). «El organismo forma un todo único y completo en el cual cada una de las partes no puede variar sin que sufran variación todas las demás partes.» Comparando la organización de muchos animales distintos, encontró que los órganos más importantes son los más constantes, y que los menos importantes varían en su forma y desarrollo y llegan á no existir. Por virtud de esta observación llegó á formular la ley de la subordinación de los caracteres, base de su sistema (*principe de la subordination des caractères*). Sin dejarse dominar por la idea preconcebida de la unidad de la organización animal, y teniendo en cuenta las diferencias del sistema nervioso, y la posición respectiva, no siempre idéntica, de los sistemas orgánicos más importantes, llegó á la convicción de que en el reino animal hay cuatro ramas principales (*embranchements*), «cuatro planos generales, á los que se ajusta la modelación de los animales á ellos correspondientes, y cuyas subdivisiones, llámense como se quiera, son no más que leves modificaciones consistentes en el desarrollo ó adición de algunos, pero sin cambio esencial del plano fundamental.»

Lamarck había ya reconocido y consignado que sus diez clases de invertebrados, por los caracteres de la organización y por la posición relativa de los órganos se podían ordenar en varias secciones como los vertebrados; de modo que en el fondo sólo se necesitaba una agrupación, un cambio de nomenclatura y una ordenación de cada clase para encontrar las divisiones generales y obtener los cuatro grupos de Cuvier (*ramas de Cuvier, tipos de Blainville*) de los vertebrados. El siguiente cuadro pone de relieve estas analogías:

I. Vertebrados	II. Articulados	III. Moluscos	IV. Radiados
1 Mamíferos.	5 Insectos.	9 Cirrípedos.	11 { Acalefos
2 Aves.	6 Arácnidos.	10 { Ordenes de los moluscos como clases, de Lamarck.	11 { Equinodermos.
3 Reptiles.	7 Crustáceos.		12 Vermes (intestinales).
4 Peces.	8 Anélidos.		13 Pólipos.
			14 Infusorios.

Las opiniones de Cuvier, que dominaba los detalles anatómicos como ninguno de sus contemporáneos, encontraron oposición en las teorías de hombres importantes (de la escuela llamada filosófica

natural). Esteban Geoffroy St. Hilaire (1), al frente de ellos, defendió la idea, formulada ya por Buffon, de un plan único de la organización animal, que suponía la existencia de una serie no interrumpida de gradación formada por continuas transiciones. Convencido de que la naturaleza trabaja siempre con los mismos materiales, fundó la teoría de los análogos (*theorie des analogues*), según la cual deberían hallarse en todos los animales las mismas partes, con sólo la diferencia de forma y grado de desarrollo, y de su *teoría de las conexiones* creyó poder deducir que las partes análogas ocupan siempre la misma posición relativa. Como tercera ley fijó el principio del *equilibrio de los órganos*, según el cual el aumento de volumen de un órgano va unido á la disminución de otro. Este principio le condujo en realidad á fecundas consideraciones y fué la base científica de la teratología. La generalización fué, sin embargo, demasiado aventurada, porque fuera de los vertebrados no estaba la teoría de acuerdo con los hechos y había de conducir á conclusiones atrevidas, como la de suponer, por ejemplo, que los insectos eran vertebrados vueltos sobre el dorso. En Alemania se pronunciaron en pro de la unidad de la organización animal Goethe y los filósofos naturalistas Oken y Schelling, pero sin preocuparse mucho en tomar en cuenta los hechos positivos.

En definitiva salió triunfante la teoría de Cuvier de esta lucha, sostenida con mucho calor en Francia, y los principios de su sistema obtuvieron un asentimiento unánime, confirmado por el apoyo que parecían prestarle los trabajos embriológicos de C. E. de Baer. Ulteriores investigaciones descubrieron deficiencias y errores en la clasificación de Cuvier, algunos de cuyos detalles sufrieron modificaciones; pero se mantuvo la división de las cuatro ramas como grupos superiores de la clasificación y vinieron en su apoyo los resultados de la ciencia embriológica, entonces naciente.

Las más esenciales de las modificaciones que el sistema de Cuvier exigía, se referían en primer término á aumentar el número de los tipos. Al paso que desde algún tiempo antes se habían separado los *infusorios* de los *radiados*, colocándolos con el nombre de *protozoarios* al lado de los otros cuatro planos de organización, recientemente se ha aumentado el número de las ramas principales divi-

(1) E. Geoffroy St. Hilaire: *Sur le principe de composition organique*, 1828.

diendo los *radiados* en *celenterados* y *equinodermos* y los *articulados* en *artrópodos* y *vermes*, y se impone la necesidad de dividir en tres el grupo de los *moluscos*, separando de ellos los *moluscoides* y *tunicados*.

La teoría de Cuvier ha sufrido una modificación esencial con el abandono de la *idea de absoluta independencia* de cada grupo, que supone entre ellos una limitación exclusiva, sin término posible de transición. Se ha podido comprobar el enlace de diferentes tipos por términos intermedios, que demuestran que no existe esa valla insuperable, especialmente en los primeros periodos y en los grados inferiores. Pero así como las formas de transición entre los animales y las plantas no bastan para borrar la distinción entre los dos grandes reinos del mundo orgánico, tampoco son los miembros intermedios motivo suficiente para destruir el concepto de grandes ramas ó tipos como divisiones superiores del sistema zoológico, y sólo dan motivo para presumir la existencia de un punto de partida análogo ó común para el desarrollo de diferentes series de formas animales.

Con esta presunción concuerda el hecho, demostrado por los progresos de la embriología, de aparecer en tipos distintos estados larvarios muy semejantes, y capas análogas de tejido (hojas blastodérmicas) del esbozo embrionario, que indican conexiones genéticas.

Está igualmente establecido con el más alto grado de probabilidad por los datos de comparaciones anatómicas y embriológicas que los tipos no están coordinados paralelamente entre sí, sino que más ó menos próximamente están subordinados los unos á los otros y que genéticamente las ramas superiores pueden hacerse derivar de los gusanos.

En tales condiciones consideramos conveniente en el actual estado de la ciencia distinguir, como divisiones superiores, nueve tipos caracterizados de la manera siguiente:

1. PROTOZOA. — *Protozoarios*. Organismos unicelulares de pequeña magnitud, con diferenciaciones en la sarcoda. Reproducción principalmente asexual.

2. CÆLENTERATA. — *Celenterados*. Animales radiados con dos, cuatro ó seis radios. Mesoderma conjuntival, frecuentemente gelati-

noso ó calcificado; cavidad central, común á la digestión y circulación (cavidad gastro-vascular).

3. ECHINODERMATA. — *Equinodermos*. Animales radiados, generalmente con cinco radios. Dermoesqueleto calcáreo, frecuentemente erizado de puntas. Intestino y sistema vascular separados; sistema nervioso y sistema ambulacral.

4. VERMES. — *Gusanos*. Animales bilaterales. Cuerpo no segmentado ó uniformemente segmentado (segmentos homónomos), sin apéndices articulados (miembros). Conductos excretores pareados, que forman el sistema acuifero.

5. ARTHROPODA. — *Artrópodos*. Animales bilaterales con el cuerpo dividido en segmentos heterónomos y apéndices articulados (miembros). Cerebro y cadena ganglionar abdominal.

6. MOLLUSCOIDEA. — *Moluscóideos*. Animales bilaterales no segmentados, con aparato tentacular ciliado alrededor de la boca ó brazos bucales arrollados en espiral; unas veces polipoides y encerrados en una cápsula resistente y otras conchoideos con valva anterior y posterior. Uno ó varios ganglios unidos por un anillo esofágico.

7. MOLLUSCA. — *Moluscos*. Animales bilaterales con cuerpo blando, no segmentado, desprovisto de esqueleto locomotor, casi siempre cubierto por una concha calcárea uni ó bivalva, producto de secreción de una duplicatura de la piel (manto). Cerebro, ganglio pedio y paleal.

8. TUNICATA. — *Tunicados*. Animales bilaterales, sin segmentación; cuerpo en forma de saco ó de tonel; tegumento espeso (manto). Ganglio simple. Corazón y saco faríngeo ancho, que sirve á la vez para la respiración (saco branquial).

9. VERTEBRATA. — *Vertebrados*. Animales bilaterales. Esqueleto cartilaginoso ú oseo, interno y articulado (columna vertebral), cuyas prolongaciones dorsales (arcos vertebrales superiores) limitan una cavidad donde se alojan la médula espinal y el cerebro, y las ventrales (costillas) otra cavidad que contiene los órganos de la vida vegetativa. Dos pares de extremidades á lo más.

IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACION

No han sido unánimes en todas épocas las opiniones sobre el valor de la clasificación. Mientras el zoólogo francés Buffon las consideraba como pura creación del espíritu humano, Agassiz en época más cercana creía poder atribuir significación á todas las divisiones sistemáticas. Sostenía que la clasificación natural, fundada en las afinidades de organización, es una traducción al lenguaje humano del pensamiento del Creador, y al intentarla somos intérpretes inconscientes de sus ideas.

Indudablemente no podemos calificar de creación humana la agrupación que deriva de conexiones de organización existentes en la naturaleza. Y es no menos inexacto querer negar la participación subjetiva de nuestro espíritu, porque en toda clasificación se revela nuestra manera de considerar los hechos de la naturaleza y el estado de nuestros conocimientos científicos.

En este sentido tiene razón Goethe al llamar al sistema natural *una expresión que se contradice*.

Lo que hay de real en la erección de un sistema son las formas aisladas como objeto de la observación. Todos los conceptos sistemáticos desde la *especie* hasta el *tipo* descansan en el conjunto de caracteres idénticos y semejantes y son abstracciones del espíritu humano.

Concepto de la especie. — La mayoría de los naturalistas han convenido, hasta en estos últimos tiempos, en considerar la *especie* (*species*) como una unidad independiente que se perpetúa con sus caracteres por la reproducción. Hasta nuestra época se daba por suficiente la idea fundamental de la definición de Linneo: *Tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum ens*. Esta definición estaba de acuerdo con un dogma dominante en el campo de la geología, según el cual los períodos sucesivos de la formación de la tierra al-

bergan floras y faunas exclusivas, limitadas por violentas catástrofes que aniquilan toda la creación orgánica. Cuvier fué el defensor más significado de esta teoría, y en conformidad con ella no consideraba á los animales y plantas fósiles como predecesores de los existentes en la actualidad. Fundado en sus vastas investigaciones sobre los restos óseos de los alrededores de París, y en vista de la falta de formas intermedias entre las especies fósiles y las recientes, creyó poder deducir que las últimas eran independientes de las primeras. Ciertamente concedía que un corto número de formas vivas había podido salvarse de las grandes conmociones y cataclismos terrestres, manteniéndose vivas en el período nuevo; pero no podía darse explicación alguna de la procedencia de las innumerables formas nuevas. Sin creer en una creación sobrenatural, consideraba la falta de formas intermedias como un hecho de gran valor que dejaba en duda el problema del origen de las especies nuevas. No sostenía Cuvier que fuese necesaria una nueva creación para producirlas; lo único que ponía en duda era la posibilidad de que procediesen de seres de una edad desaparecida.

Realmente los animales y plantas de la época actual, procedentes unos de otros, tienen entre sí numerosas diferencias, grandes ó pequeñas; de modo que la noción de especie, al par que la pertenencia á un mismo grupo de generación, no puede definirse por la identidad absoluta y sí sólo por la conformidad en los caracteres más esenciales. La especie, según esto, podría definirse, en estrecha conformidad con la idea de Cuvier: el conjunto de todas las formas vivas que *tienen iguales caracteres esenciales, proceden unos de otros y producen descendientes fecundos*.

En esta definición, que tiene por base la hipótesis de que los caracteres esenciales se mantienen perpetua é invariablemente por la reproducción, no tienen entrada todos los hechos de la naturaleza viviente, y son prueba de su insuficiencia las grandes dificultades con que en la práctica tropieza la determinación de la especie y la imposibilidad de fijar límites precisos entre la especie y la variedad.

Los individuos pertenecientes á una misma especie no siempre son iguales entre sí en todos sus caracteres, sino que generalmente presentan diferencias que, examinadas con detenimiento, bastan para

distinguir las formas individuales. Dentro de una misma especie existen combinaciones de caracteres modificados que dan origen á diferencias importantes (*variedades*) que pueden transmitirse á los descendientes. Estas grandes variaciones que se transmiten por la reproducción son las llamadas *variedades constantes* ó *subespecies* ó *razas* y se dividen en *razas naturales* y *razas cultivadas* ó *artificiales*. Las primeras se encuentran en el estado natural, casi siempre limitadas á localidades determinadas, y son producidas á lo que se cree, en el curso del tiempo, á consecuencia de condiciones de clima, bajo la influencia del género de vida y de la alimentación. Las razas cultivadas ó artificiales deben, por el contrario, su origen á la educación y cultivo del hombre y comprenden exclusivamente los animales domésticos, cuyo origen está envuelto en profunda obscuridad respecto de la mayor parte de ellos.

Algunas variedades, derivadas de una misma especie, pueden ser notablemente distintas entre sí, ofreciendo diferencias de carácter más importantes que las que distinguen á especies distintas en estado salvaje. Ejemplo de ello presentan las razas cultivadas de la paloma, cuyo tronco común ha referido Darwin con toda probabilidad á la *Columba livia*. Estas razas son susceptibles de tan extensas variaciones, que en presencia de sus infinitas variedades el ornitólogo que no tuviera noticia de su origen, las tendría por verdaderas especies y casi se inclinaría á incluirlas en géneros distintos.

En el estado salvaje también se presentan con frecuencia variedades que por el conjunto de sus caracteres no pueden distinguirse de las especies. Lo esencial del carácter suele buscarse en la constancia de su existencia, y se reconoce la variedad en que el carácter distintivo es en ella más variable que en la especie. Cuando se consigue enlazar dos formas distintas entre sí, mediante una serie continua de formas intermedias que se suceden en insensible gradación, se considera que aquellas dos formas son variedades extremas de una misma especie, al paso que se tendrán como especies distintas cuando falten los términos de transición, aunque sean menores las diferencias que las separen, pero á condición de que estas diferencias sean constantes. En tales circunstancias se comprende que, á falta de un criterio objetivo, han de ser la apreciación subje-

tiva y el tacto del observador los que resuelvan si se trata de una especie ó de una variedad (1), y así se explica que anden discordes en la práctica las opiniones de los naturalistas. Darwin y Hooker han tratado este asunto minuciosa y extensamente. Nageli, por ejemplo, afirma que se pueden fijar en 300 las especies de *Hieracium* que crecen en Alemania, al paso que Gries admite 106, Koch 52, y otros no pasan de 20. Asegura Nageli que no hay género alguno compuesto de más de cuatro especies, sobre lo cual están contestes todos los botánicos, y se pueden citar muchos ejemplos en que, desde Linneo, las mismas especies se han visto repetidas veces separadas y reunidas.

Para determinar lo esencial de los caracteres al tratar de distinguir *especies* y *variedades*, habremos, pues, de recurrir al carácter más importante de la especie, que no se suele tomar en consideración en la práctica, esto es, á la *comunidad de descendencia* y al *cruzamiento fecundo*, y aun así se choca con dificultades insuperables para limitar la idea de especie.

Bastardos. — Es un hecho generalmente conocido que animales de diferente especie se unen en cópula y producen descendientes (bastardos, híbridos); ejemplos: caballo y burro, lobo y perro, zorra y perro. Se han observado cruzamientos reproductivos entre especies lejanas que ni siquiera corresponden á un mismo género, como carnero y cabra, cabra y cabra montés. Los productos de estos cruzamientos son por lo general estériles; constituyen formas intermedias efímeras, y aun en el caso de reproducción, observada alguna vez en hembras híbridas, retroceden al tipo del padre ó de la madre.

Hay, no obstante, en cuanto á la esterilidad de los híbridos excepciones, que se pueden alegar como prueba valedera contra la fijeza de la especie. Los ensayos de cruzamiento del conejo y la liebre, hechos en grande escala en Angulema por Roux, han demostrado que el lepórido es fecundo. Se han hecho también cruzamientos de híbridos (media sangre) de conejo y liebre y se han obtenido des-

(1) La admisión del concepto de *subespecie*, á que se ve obligada la clasificación, está en abierta contradicción con el concepto escolástico de la *especie*, y es el testimonio más elocuente de que los sistemáticos reconocen lo que hay de relativo en la distinción de especie y variedad.

endientes fecundos. Ensayos prolijos sobre la hibridez de las plantas, y en especial las observaciones de W. Herbert, han demostrado que muchos híbridos son tan fecundos entre sí como las especies puras primitivas.

En estado salvaje se observan igualmente formas mixtas, que más de una vez han sido consideradas y descritas como especies puras (*Tetrao medius*, híbrido del *T. urogallus* y del *T. tetrax*, *Abramidopsis Leuckarti*, *Bliccopsis abramorutilus* y otros, que son híbridos según Siebold). No se puede, por tanto, establecer como ley la esterilidad de los híbridos, máxime después de haber reconocido como bastardas muchas especies de plantas silvestres (Kolreuter, Gartner, Nageli: *Cirsium*, *Cytisus*, *Rubus*). Tampoco parece dudoso respecto de animales sometidos por el hombre á la domesticidad, que, de especies originariamente distintas, á favor de aclimataciones y transformaciones lentas, puedan obtenerse por cruzamiento especies intermedias persistentes.

Pallas expresó ya en este sentido la opinión de que especies afines, que al principio no se cruzan entre sí ó sólo producen híbridos estériles, después de una larga domesticidad producen descendientes fecundos. En realidad es cosa muy probable que algunos de nuestros animales domésticos tengan su origen en tiempos prehistóricos, como descendientes de especies distintas por vía de cruzamiento inconsciente. Rutimeyer ha tratado de demostrar esta procedencia respecto del buey (*Bos taurus*), que él considera como especie nueva, resultado del cruzamiento de á lo menos dos especies primitivas (*Bos primigenius* y *B. brachyceros*). El cerdo, el gato y las innumerables razas de perros son, casi con seguridad, descendientes de especies primitivas salvajes.

METISMO. — En vista de las excepciones mencionadas se ha de conceder importancia á la fecundidad permanente de los descendientes que son producto del cruzamiento de razas distintas de una misma especie, ó sea á los *mestizos*; pero también entre ellos se dan algunas excepciones. Prescindiendo de los casos en que por razones mecánicas es imposible la cópula entre individuos de razas distintas, parece probado por observaciones de inteligentes dignos de crédito que ciertas razas no se cruzan sino con gran dificultad, y que algunas formas procedentes por selección de un

tronco común no hacen cópula fecunda. El gato doméstico, importado de Europa en el Paraguay, se ha modificado esencialmente con el transcurso del tiempo y muestra una aversión decidida á la forma europea de que procede. El cochinito de Indias europeo no se cruza con el del Brasil, del cual es probable que descienda. El conejo de Porto-Santo, que en el siglo xv fué importado de Europa á Porto-Santo, en la isla de Madera, se ha modificado en términos de que su cruzamiento con las razas europeas no da resultado.

DOCTRINA DE LA DESCENDENCIA DE LAMARCK
BASADA EN LA TEORÍA DE LA ADAPTACIÓN DIRECTA Ó FUNCIONAL

En la imposibilidad de definir con precisión la idea de especie, muchos ilustres naturalistas de principios de este siglo, teniendo en consideración por una parte la gradación no interrumpida en las formas animales y de otra los resultados de la llamada selección artificial, se creyeron obligados á combatir la opinión dominante de la invariabilidad de las especies. En 1802 (1), y más detalladamente en 1809 en su *Philosophie zoologique*, expuso Lamarck la doctrina de la descendencia de las especies unas de otras, atribuyendo los cambios lentos de las mismas en parte á las distintas condiciones de existencia y principalmente al uso ó desuso de los órganos.

Lamarck llegó á la convicción de que la especie no es esencialmente distinta de la subespecie, y tiene una duración limitada, en relación con condiciones biológicas determinadas, y además de que la totalidad de los organismos vivos y desaparecidos representan una serie evolutiva genéticamente continua. Consideraba la especie, lo mismo que las categorías de orden superior de la clasificación, desde el género hasta la clase, como un medio auxiliar de nuestro entendimiento, á propósito para facilitar la comparación y lograr un estudio ordenado de los organismos en conjunto. Los organismos son, según él, en el sentido estricto de la palabra, productos de la naturaleza, nacidos los más simples por generación espontánea y los demás procedentes de ellos, y por lenta diferen-

(1) Lamarck: *Recherches sur l'organisation des corps vivants et particulièrement sur son origine, sur les causes et ses développements et des progrès de sa composition*, etc. París, 1802.

ciación progresiva, en el transcurso de largos períodos de tiempo, remontándose á grados cada vez más elevados de evolución hasta llegar á los mamíferos y en último término al hombre.

Como fuerza impulsiva y palanca que modifica y eleva la organización á grados superiores de complicación, entran en primera línea las necesidades del organismo y la tendencia de éste á emplear los órganos de que dispone según lo exigen las condiciones en que vive. Los grandes trastornos que han sufrido todas las partes de la superficie de la tierra en el curso de los tiempos, han debido determinar cambios en las necesidades de los animales; estas necesidades se han reflejado en las actividades funcionales del organismo, y la larga duración de aquéllas ha establecido hábitos que han favorecido el desarrollo de unos órganos y contrarrestado el de otros. Así se han producido modificaciones en la conformación de los organismos, que heredadas por los descendientes se han mantenido en ellos, y por la acción repetida de la misma causa se han acentuado en la serie de las generaciones. Sometiendo la naturaleza á las formas orgánicas que gradualmente han ido desarrollándose á las más diversas condiciones biológicas en todas las partes habitables de la tierra, que durante períodos de tiempo más ó menos largos han sufrido transformaciones, ha creado por adaptación las innumerables variaciones. Así explica Lamarck que la membrana natatoria interdigital se formó por el uso de las extremidades para moverse en el agua, hacia la cual impulsaba á los animales la necesidad de alimentarse; lo mismo que encuentra los primeros grados del desarrollo progresivo de la facultad de volar en expansiones membranosas de diversos mamíferos (*Petaurus, Pteromys, Galeopithecus*), que al principio sostenían el cuerpo en los saltos, y por el uso repetido y por el mayor desarrollo han llegado al vuelo del murciélago. La lengua alargada de los pájaros y de los mamíferos debió producirse por el hábito de buscar la alimentación en hendiduras estrechas y profundas ó en el fondo del cáliz de las flores; y la atrofia del ojo en el topo y animales que viven en cavernas, la desaparición de las extremidades en las culebras y reptiles, y la de los dientes en las mandíbulas de la ballena y de muchos desdentados, sería sólo el resultado de la falta de uso de los órganos mencionados.

Estaba, sin embargo, Lamarck muy lejos de creer que su prin-

cipio de la adaptación activa, según el cual las influencias exteriores y las actividades y hábitos por ellas inferidos modifican en el transcurso del tiempo la forma del cuerpo y las propiedades de la organización, fuese suficiente para con él explicar todo el proceso evolutivo y el orden natural en la serie gradual de los organismos. Para esta explicación tomaba más bien en cuenta la intervención de una causa primera impenetrable, emanada de la voluntad del Autor Supremo de todas las cosas. Lamarck, á quien desfigurando sus doctrinas ha habido cierto empeño en considerar como riguroso monista, no tuvo escrúpulo en reconocer lo limitado del poder humano respecto de la explicación mecánica del enigma del universo, y en admirar el inmenso poder que dió á la naturaleza la aptitud para realizar lentamente la evolución gradual de los organismos en estricta sujeción á las leyes naturales. Lamarck distinguió muy bien entre esa causa que en el proceso evolutivo de la naturaleza tiende incessantemente á la complicación de los organismos, y establece para los animales y las plantas el orden de gradación instituido por el Supremo Autor de todas las cosas, y los medios, accesibles á nuestro conocimiento, que ha puesto en práctica la naturaleza para crear por adaptación las variaciones innumerables de las especies. La causa primera se identifica para Lamarck con la gran ley de la naturaleza, que obrando por sí sola según un plan determinado, había de producir una serie no interrumpida y regular de formas orgánicas. Al lado de esta causa está, sin embargo, la influencia, apreciable para nosotros, de las circunstancias exteriores, de la residencia, de los hábitos adquiridos, que desviando de su regularidad la sucesión gradual, son causa de numerosas y á veces extrañas alteraciones. Es ciertamente difícil deslindar con precisión en cada caso particular lo que corresponde á la gradación de lo que es resultado del género de vida y de la adaptación.

Casi al mismo tiempo que Lamarck, al refutar Geoffroy Saint-Hilaire la idea de Cuvier de la unidad de organización de todos los animales, expresó la convicción de que las especies no habían existido desde el principio sin modificación alguna. Por más que en lo esencial está de acuerdo con la doctrina de Lamarck, concede poca influencia en la transformación á la actividad propia del organismo, y cree poder explicar las modificaciones por la acción di-

recta de los cambios del medio ambiente. Así imagina, por ejemplo, que á consecuencia del aumento de oxígeno en la atmósfera adquirió la sangre de los vertebrados superiores una temperatura más elevada y se convirtieron en plumas las escamas de los reptiles.

Hemos también de nombrar á Goethe, ya que no como cofundador de la doctrina de la descendencia, porque no tuvo la idea de la transformación positiva de las especies, al menos como adepto y defensor del principio de la evolución natural. Su modo de considerar la naturaleza le condujo á una ingeniosa comparación de la multiplicidad de los hechos naturales que se manifestaban á su mirada inteligente, no sólo en reciprocidad armónica, sino también en transformación incontrastablemente progresiva. Penetrado de la idea de buscar la unidad de la causa en la multiplicidad de los fenómenos, fué el que descubrió el hueso intermaxilar en el hombre y las metamorfosis de las plantas, y el fundador de la teoría vertebral del cráneo, en época reciente desechada por insostenible.

Debe atribuirse á las opiniones de Lamarck y de Geoffroy Saint-Hilaire la revolución que más tarde sufrieron los principios fundamentales de la geología. En lugar de la teoría de Cuvier de las grandes revoluciones del globo y de las catástrofes extraordinarias que aniquilaban todo lo vivo, intentó Lyell (*Principles of Geology*) explicar los cambios geológicos por la acción de fuerzas que existen en la actualidad y obran lentamente durante largos períodos de tiempo. Al abandonar los geólogos con Lyell la hipótesis de las perturbaciones del curso regular de la naturaleza, repetidas de tiempo en tiempo, tuvieron necesidad de admitir la continuidad de los seres vivos en períodos sucesivos de la formación de la tierra, y de atribuir las grandes variaciones del mundo orgánico á influencias pequeñas y lentas, pero que obran sin interrupción durante grandes espacios de tiempo. La variabilidad de la especie y la formación de otras nuevas á expensas de las antiguas en el transcurso de períodos indefinidos de tiempo, fueron principios admitidos en geología desde Lyell como postulado necesario para explicar la diversidad de animales y plantas en los períodos geológicos sucesivos, sin necesidad de recurrir á la hipótesis de actos repetidos de creación.

TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL DE DARWIN

Era necesario, sin embargo, una teoría mejor cimentada, y apoyada en más sólido fundamento, para dar mayor vigor á la hipótesis de la transmutación, que había caído en el olvido; y corresponde al naturalista inglés Carlos Darwin el mérito de haber instituido, apoyándose en un vasto material científico, una teoría del origen y transformación de las especies, que, en íntimo acuerdo con las opiniones de Lamarck y de Geoffroy Saint-Hilaire, y en consonancia con las leyes establecidas por Lyell, tanto por la sencillez del principio como por lo objetivo y convincente de la exposición, ha logrado, aunque con algunas modificaciones en la forma, un asentimiento casi unánime.

Darwin (1) parte de los fenómenos de la *herencia*, en virtud de la cual se transmiten á los descendientes los caracteres de los ascendientes. A la vez que la herencia, existe una *adaptación* determinada por las circunstancias especiales de alimentación, y una *variabilidad* limitada sin la cual los individuos de una misma procedencia habrían de ser necesariamente idénticos. Al transmitirse por la herencia lo idéntico se transmite á la vez la variación individual á los caracteres del descendiente, y se producen variaciones sobre las cuales se ejerce de nuevo la ley de la herencia. Las plantas cultivadas y los animales domésticos, cuya existencia individual varía más que la de los que viven en estado salvaje, son los que tienen más tendencia á las modificaciones, y la *domesticidad* no es en el fondo otra cosa que la aptitud para subordinar y adaptar el organismo á condiciones distintas de nutrición y género de vida. La cría llamada artificial, ó *selección artificial*, que permite al hombre obtener, mediante una elección oportuna, animales y plantas con propiedades adecuadas á sus necesidades, tiene por base la acción recíproca de la herencia y la variación individual, y es muy probable que por este medio hayan sido criadas inconscientemente

(1) C. Darwin: *On the origin of species by means of natural selection*, Londres, 1859; además, C. Darwin: *Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication*, übersetzt von V. Carus, Stuttgart, 1873.

recta de los cambios del medio ambiente. Así imagina, por ejemplo, que á consecuencia del aumento de oxígeno en la atmósfera adquirió la sangre de los vertebrados superiores una temperatura más elevada y se convirtieron en plumas las escamas de los reptiles.

Hemos también de nombrar á Goethe, ya que no como cofundador de la doctrina de la descendencia, porque no tuvo la idea de la transformación positiva de las especies, al menos como adepto y defensor del principio de la evolución natural. Su modo de considerar la naturaleza le condujo á una ingeniosa comparación de la multiplicidad de los hechos naturales que se manifestaban á su mirada inteligente, no sólo en reciprocidad armónica, sino también en transformación incontrastablemente progresiva. Penetrado de la idea de buscar la unidad de la causa en la multiplicidad de los fenómenos, fué el que descubrió el hueso intermaxilar en el hombre y las metamorfosis de las plantas, y el fundador de la teoría vertebral del cráneo, en época reciente desechada por insostenible.

Debe atribuirse á las opiniones de Lamarck y de Geoffroy Saint-Hilaire la revolución que más tarde sufrieron los principios fundamentales de la geología. En lugar de la teoría de Cuvier de las grandes revoluciones del globo y de las catástrofes extraordinarias que aniquilaban todo lo vivo, intentó Lyell (*Principles of Geology*) explicar los cambios geológicos por la acción de fuerzas que existen en la actualidad y obran lentamente durante largos períodos de tiempo. Al abandonar los geólogos con Lyell la hipótesis de las perturbaciones del curso regular de la naturaleza, repetidas de tiempo en tiempo, tuvieron necesidad de admitir la continuidad de los seres vivos en períodos sucesivos de la formación de la tierra, y de atribuir las grandes variaciones del mundo orgánico á influencias pequeñas y lentas, pero que obran sin interrupción durante grandes espacios de tiempo. La variabilidad de la especie y la formación de otras nuevas á expensas de las antiguas en el transcurso de períodos indefinidos de tiempo, fueron principios admitidos en geología desde Lyell como postulado necesario para explicar la diversidad de animales y plantas en los períodos geológicos sucesivos, sin necesidad de recurrir á la hipótesis de actos repetidos de creación.

TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL DE DARWIN

Era necesario, sin embargo, una teoría mejor cimentada, y apoyada en más sólido fundamento, para dar mayor vigor á la hipótesis de la transmutación, que había caído en el olvido; y corresponde al naturalista inglés Carlos Darwin el mérito de haber instituido, apoyándose en un vasto material científico, una teoría del origen y transformación de las especies, que, en íntimo acuerdo con las opiniones de Lamarck y de Geoffroy Saint-Hilaire, y en consonancia con las leyes establecidas por Lyell, tanto por la sencillez del principio como por lo objetivo y convincente de la exposición, ha logrado, aunque con algunas modificaciones en la forma, un asentimiento casi unánime.

Darwin (1) parte de los fenómenos de la *herencia*, en virtud de la cual se transmiten á los descendientes los caracteres de los ascendientes. A la vez que la herencia, existe una *adaptación* determinada por las circunstancias especiales de alimentación, y una *variabilidad* limitada sin la cual los individuos de una misma procedencia habrían de ser necesariamente idénticos. Al transmitirse por la herencia lo idéntico se transmite á la vez la variación individual á los caracteres del descendiente, y se producen variaciones sobre las cuales se ejerce de nuevo la ley de la herencia. Las plantas cultivadas y los animales domésticos, cuya existencia individual varía más que la de los que viven en estado salvaje, son los que tienen más tendencia á las modificaciones, y la *domesticidad* no es en el fondo otra cosa que la aptitud para subordinar y adaptar el organismo á condiciones distintas de nutrición y género de vida. La cría llamada artificial, ó *selección artificial*, que permite al hombre obtener, mediante una elección oportuna, animales y plantas con propiedades adecuadas á sus necesidades, tiene por base la acción recíproca de la herencia y la variación individual, y es muy probable que por este medio hayan sido criadas inconscientemente

(1) C. Darwin: *On the origin of species by means of natural selection*, Londres, 1859; además, C. Darwin: *Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication*, übersetzt von V. Carus, Stuttgart, 1873.

por el hombre de antiguos tiempos las numerosas razas de animales domésticos, lo mismo que hoy se crían de intento variedades nuevas, en número cada día más considerable, mediante la elección oportuna de un macho y una hembra de animales domésticos. Iguales procedimientos intervienen en la naturaleza para producir modificaciones y variedades en los seres vivos. Hay, pues, en la naturaleza una *selección* (llamada *natural*) determinada por la lucha de los organismos por la existencia, y que ocasiona una elección natural en el cruzamiento. Todos los animales y plantas están, como hace tiempo demostraron Decandolle y Lyell, en mutua competencia, y luchan, entre sí y con las condiciones vitales exteriores, para su conservación. Las plantas luchan contra el clima, las estaciones y el suelo; sostienen competencia con las otras plantas en pro de su conservación, y si crecen con exceso las privan de la posibilidad de subsistir. Los animales persiguen á las plantas y las destruyen continuamente en grandes cantidades, pero además viven entre sí en recíproca guerra de exterminio, y los carnívoros se nutren casi exclusivamente de los herbívoros. Todos se esfuerzan en multiplicarse en las mayores proporciones posibles. Cada organismo engendra muchos más descendientes de los que pueden subsistir. A una proporción determinada de fecundidad corresponde en cada especie un número proporcionado de contingencias de destrucción, pues á no ser así el número de sus individuos crecería en progresión geométrica en proporciones tan extraordinarias que no habría región que pudiese alimentarlos. Si, por el contrario, llegasen á faltar las condiciones favorables de fecundidad, magnitud, organización especial, color, etc., la especie que de ellas careciese no tardaría en desaparecer de la superficie de la tierra. En medio de la complicación de condiciones vitales y de recíprocas relaciones luchan por la existencia los seres más distantes entre sí (como la luciérnaga y el ratón); pero la lucha más encarnizada se libra entre los individuos de la misma especie, que buscan el mismo alimento y están expuestos á iguales peligros. En esta lucha llevan naturalmente la mejor parte aquellos individuos que por sus cualidades especiales están más favorablemente constituidos, y ellos son los que logran subsistir y reproducirse, transmitiendo las modificaciones útiles á la especie, que se mantienen y acentúan en sus descen-

dientes. De igual manera que la selección natural se propone una elección inteligente enderezada al provecho del hombre para obtener lentamente modificaciones determinadas, así existe también en la naturaleza una selección ocasionada por la lucha por la existencia, y ésta da por resultado una *elección natural* que causa modificaciones ventajosas á una especie. Pero como la lucha por la existencia entre especies afines ha de ser tanto más empeñada, cuanto más semejantes sean aquéllas, tendrán más probabilidades de subsistir y reproducirse las más divergentes, y de aquí como consecuencia necesaria la divergencia de los caracteres y la extinción de las formas intermedias. Mediante la combinación de cualidades útiles y la acumulación de particularidades hereditarias, pequeñísimas en su origen, se van formando lentamente variedades que difieren cada vez más entre sí, como lo ha demostrado Darwin con ingeniosos ejemplos. Así se comprende por qué en el organismo está todo dispuesto para asegurar la existencia de la mejor manera posible. *Así se refiere á condiciones causales, á causas de acción necesaria, y se comprende en sus naturales conexiones la larga serie de fenómenos que hasta ahora sólo se explicaba teleológicamente.*

Esta doctrina de la *selección natural* se apoya por una parte en la acción recíproca de la herencia y la adaptación, y por otra en la *lucha por la existencia*, demostrable á cada paso en la naturaleza, y constituye el fundamento de la teoría de Darwin. En su idea fundamental es una aplicación de la teoría de la población de Malthus á los reinos animal y vegetal, y fué simultáneamente desarrollada por Darwin y por Wallace (1), pero ampliamente cimentada sobre bases científicas por el primero. Preciso es confesar que la teoría de la selección de Darwin, por más que se apoya en fenómenos biológicos y en leyes positivas de la naturaleza, está, no obstante, muy lejos de revelar las causas últimas y las relaciones físicas de los fenómenos de la adaptación y de la herencia, pues que no le es posible demostrar la causa de que tal ó cual variación sea consecuencia necesaria de un cambio de las condiciones vitales y nutritivas, y cómo se traducen en funciones orgánicas de la materia

(1) V. A. R. Wallace: *Beitrage zur Theorie der naturlichen Zuchtwahl*. Autorisirte deutsche Ausgabe von A. B. Meyer, Erlangen, 1870.

los múltiples y maravillosos fenómenos de la herencia. Es notoriamente una gran exageración la de los adeptos entusiastas (1) al pretender que se coloque la teoría de Darwin al nivel de la teoría de la gravitación de Newton, «porque está basada en una sola ley fundamental, en la acción de una sola causa, á saber, en la acción recíproca de la adaptación y de la herencia.» Pierden de vista los que esto proclaman que en la teoría de Darwin se trata sólo de probar la conexión causal, mecánica, entre una serie de fenómenos biológicos, y no, ni remotamente, de una explicación física. Si bien nos hallamos autorizados para referir los fenómenos de adaptación á los procesos nutritivos y á considerar la herencia como una función fisiológica, nos encontramos frente á frente de estos fenómenos como el salvaje ante las líneas de un barco que ve por primera vez. Al paso que quedan indescifrables para nosotros los complicados fenómenos de la herencia (2), sólo respecto de ciertas modificaciones de los órganos nos es posible encontrar una razón física en las distintas condiciones del cambio de materiales, y rarísima vez alcanzamos, como en la influencia del uso ó desuso, á referir directamente el desarrollo ó atrofia de los órganos á un aumento ó á una deficiencia de nutrición, es decir, á una causa fisico-química.

Se ha dirigido á menudo á Darwin el reproche de haber atribuído en sus tentativas de explicación de la aparición de las variedades, un papel importante á la casualidad, concediendo toda la preponderancia al recíproco encadenamiento de los organismos en la lucha por la existencia, y rebajando en cambio la influencia directa de la acción física en las desviaciones de las formas orgánicas. Esta objeción dimana de una mala inteligencia. El mismo Darwin dice que la palabra *azar* ó *casualidad*, frecuentemente empleada por él á propósito de la aparición de un cambio cualquiera de escasa importancia, es una expresión completamente incorrecta y adecuada sólo para manifestar nuestra completa ignorancia sobre la causa física de cada desviación particular. Por más que Darwin, en virtud de una serie de consideraciones, ha llegado á deducir que las condiciones vitales, como el clima, la alimentación, etc., sólo tienen una

(1) Véase E. Haeckel: *Naturliche Schöpfungsgeschichte*, Berlín, 1873.

(2) Es abusar de la palabra *ley* aplicarla, como lo hace Haeckel, á cada uno de los múltiples y á veces contradictorios fenómenos de la herencia.

pequeña influencia directa en la variabilidad, toda vez que las mismas variedades, por ejemplo, se producen en condiciones vitales distintas, y bajo condiciones iguales aparecen variedades diversas, y que las influencias en cuestión no pueden determinar la adaptación complexa de organismo á organismo, reconoce, sin embargo, en el cambio de condiciones vitales y de alimentación, la causa primera de pequeñas modificaciones de estructura; *pero sólo la selección natural acumula y agiganta las desviaciones en el grado necesario para que sean apreciables por nuestros sentidos*. Toda la fuerza de la teoría darwiniana estriba precisamente en la íntima unión de la acción física directa con el resultado de la selección natural.

La producción de *variedades* y *razas* es no más que el primer paso en el proceso de la transformación continua de los organismos. Por lento que sea el proceso de la selección, no hay límite alguno á la entidad é importancia de las modificaciones, ni al infinito encadenamiento de la adaptación recíproca de los seres vivos, con tal de que la eficacia de la selección natural se ejerza durante larguísimo períodos de tiempo. Con ayuda de este nuevo factor, la duración, que los hechos geológicos no permiten poner en duda, y del que la naturaleza dispone ilimitadamente, es perfectamente comprensible el tránsito de las variedades á especies. Alejándose unas de otras las variedades en dirección divergente (y tanto más se alejan y su organización se caracteriza tanto más cuanto más aptas son para ocupar lugares distintos en la economía de la naturaleza, y para aumentarse en número) llegan en definitiva á adquirir la significación de especies, que ya no se cruzan en el estado salvaje, ó por lo menos sólo por excepción producen descendientes. *La variedad* es, según esto, para Darwin, *la especie incipiente*. La variedad y la especie se enlazan por una serie continua de gradaciones; no existe entre ellas una separación absoluta, y sólo las separa relativamente la entidad de las diferencias en las cualidades morfológicas (caracteres de forma) y fisiológicas (aptitud para el cruzamiento).

Esta conclusión de Darwin, que extiende los resultados de la selección natural desde la *variedad* á la *especie*, encuentra tenaz y á menudo acerba oposición en aquellos de sus adversarios que subordinan los fenómenos de la naturaleza á las ideas tradicionales.

Aunque no pongan en duda los hechos positivos de la variabilidad y reconozcan la influencia de la selección natural en la formación de razas naturales, permanecen fieles á la creencia en una valla de absoluta separación entre la especie y la subespecie. En realidad estamos en la imposibilidad de trazar semejante línea divisoria. Ni la cualidad de los caracteres distintivos, ni los resultados del cruzamiento nos suministran criterios decisivos de la especie y la subespecie. El hecho de *no poder dar una definición satisfactoria del concepto de especie, precisamente porque no nos es posible establecer un límite preciso entre la especie y la variedad*, pesa tanto en la balanza en pro de las conclusiones de Darwin, como la imposibilidad de poner en tela de discusión la variabilidad de los organismos, la lucha por la existencia y la remota antigüedad de los seres vivos. La variabilidad de las formas es un hecho positivo, lo mismo que la lucha por la existencia. Si se agrega á estos factores la eficacia de la selección natural, será fácil comprender la formación de variedades y razas. Supóngase ahora el mismo proceso que conduce á la formación de variedades continuado durante un gran número de generaciones y durante espacios de tiempo mucho más largos, tan largos como autoriza á suponerlos los que calculan la astronomía y la geología para la explicación de numerosos fenómenos, y comprenderemos que las desviaciones vayan aumentándose hasta llegar al grado de diferencias específicas.

En períodos de tiempo aún más ilimitables, y con la desaparición simultánea de los grados intermedios, llegan á alejarse tanto las especies unas de otras que representan géneros diferentes. En su consecuencia, las diferencias profundas de organizaciones, tales como las que se manifiestan en las altas categorías de la clasificación, corresponden por su origen á los tiempos más remotos. Finalmente, las diversas formas primitivas de las clases de un mismo tipo se pueden referir á un mismo punto de partida, y como los diferentes tipos zoológicos están enlazados entre sí por multitud de formas de transición, quedará muy reducido el número de formas originarias. Probablemente el punto de partida de toda vida orgánica es substancia contráctil informe, sarcoda ó protoplasma.

Si estas hipótesis son ciertas, *la especie ha perdido la significación de una unidad independiente é invariable* y aparece en la gran

serie de la evolución como un conjunto de formas transitorio, limitado á períodos de tiempo más ó menos largo, y variable, esto es, como *el conjunto de círculos de generación correspondientes á condiciones vitales determinadas bajo las cuales conservan invariables sus caracteres esenciales*. Las diferentes categorías de la clasificación marcan el grado más ó menos lejano de parentesco, y el sistema en totalidad es la expresión de la consanguinidad genealógica fundada en la descendencia. Pero este cuadro genealógico ha de ser incompleto y lleno de vacíos, porque los progenitores extinguidos de los organismos actualmente vivos no pueden ser reconstruidos ó lo serán muy incompletamente con los documentos geológicos; faltarán innumerables miembros intermedios, y no queda vestigio alguno de los restos orgánicos de los primitivos tiempos. De este árbol genealógico, infinitamente extenso y ramificado, sólo quedan á nuestra disposición en número suficiente las últimas divisiones; se han conservado bien las puntas de los ramitos, al paso que de las ramas y de sus innumerables ramificaciones apenas puede hallarse alguno que otro surco que recuerde su existencia. He aquí por qué es completamente imposible en el actual estado de nuestros conocimientos llegar á formarse una idea completa de este árbol genealógico de los organismos, y por más que admiremos en las tentativas genealógicas de Haeckel el atrevimiento especulativo, es preciso confesar que hoy por hoy queda en los detalles ancho campo á un sinnúmero de posibilidades y que la apreciación subjetiva va por delante de los hechos positivos. Así, pues, hemos de contentarnos por ahora con una agrupación más ó menos artificial, aunque sea incompleta, por más que teóricamente podamos establecer el concepto de la clasificación natural.

PRUEBAS EN PRO DE LA TEORÍA DE LA TRANSMUTACION[®]

Cuando se emprende la crítica de la doctrina de la transmutación y de las teorías de Lamarck y Darwin, formuladas en su apoyo, se adquiere pronto la convicción de que por hoy, y tal vez por siempre, ha de ser imposible llegar á una demostración directa, porque la teoría se funda en hipótesis que se substraen al contraste de la observación directa. Para la transformación de las formas orgánicas

Aunque no pongan en duda los hechos positivos de la variabilidad y reconozcan la influencia de la selección natural en la formación de razas naturales, permanecen fieles á la creencia en una valla de absoluta separación entre la especie y la subespecie. En realidad estamos en la imposibilidad de trazar semejante línea divisoria. Ni la cualidad de los caracteres distintivos, ni los resultados del cruzamiento nos suministran criterios decisivos de la especie y la subespecie. El hecho de *no poder dar una definición satisfactoria del concepto de especie, precisamente porque no nos es posible establecer un límite preciso entre la especie y la variedad*, pesa tanto en la balanza en pro de las conclusiones de Darwin, como la imposibilidad de poner en tela de discusión la variabilidad de los organismos, la lucha por la existencia y la remota antigüedad de los seres vivos. La variabilidad de las formas es un hecho positivo, lo mismo que la lucha por la existencia. Si se agrega á estos factores la eficacia de la selección natural, será fácil comprender la formación de variedades y razas. Supóngase ahora el mismo proceso que conduce á la formación de variedades continuado durante un gran número de generaciones y durante espacios de tiempo mucho más largos, tan largos como autoriza á suponerlos los que calculan la astronomía y la geología para la explicación de numerosos fenómenos, y comprenderemos que las desviaciones vayan aumentándose hasta llegar al grado de diferencias específicas.

En períodos de tiempo aún más ilimitables, y con la desaparición simultánea de los grados intermedios, llegan á alejarse tanto las especies unas de otras que representan géneros diferentes. En su consecuencia, las diferencias profundas de organizaciones, tales como las que se manifiestan en las altas categorías de la clasificación, corresponden por su origen á los tiempos más remotos. Finalmente, las diversas formas primitivas de las clases de un mismo tipo se pueden referir á un mismo punto de partida, y como los diferentes tipos zoológicos están enlazados entre sí por multitud de formas de transición, quedará muy reducido el número de formas originarias. Probablemente el punto de partida de toda vida orgánica es substancia contráctil informe, sarcoda ó protoplasma.

Si estas hipótesis son ciertas, *la especie ha perdido la significación de una unidad independiente é invariable* y aparece en la gran

serie de la evolución como un conjunto de formas transitorio, limitado á períodos de tiempo más ó menos largo, y variable, esto es, como *el conjunto de círculos de generación correspondientes á condiciones vitales determinadas bajo las cuales conservan invariables sus caracteres esenciales*. Las diferentes categorías de la clasificación marcan el grado más ó menos lejano de parentesco, y el sistema en totalidad es la expresión de la consanguinidad genealógica fundada en la descendencia. Pero este cuadro genealógico ha de ser incompleto y lleno de vacíos, porque los progenitores extinguidos de los organismos actualmente vivos no pueden ser reconstruidos ó lo serán muy incompletamente con los documentos geológicos; faltarán innumerables miembros intermedios, y no queda vestigio alguno de los restos orgánicos de los primitivos tiempos. De este árbol genealógico, infinitamente extenso y ramificado, sólo quedan á nuestra disposición en número suficiente las últimas divisiones; se han conservado bien las puntas de los ramitos, al paso que de las ramas y de sus innumerables ramificaciones apenas puede hallarse alguno que otro surco que recuerde su existencia. He aquí por qué es completamente imposible en el actual estado de nuestros conocimientos llegar á formarse una idea completa de este árbol genealógico de los organismos, y por más que admiremos en las tentativas genealógicas de Haeckel el atrevimiento especulativo, es preciso confesar que hoy por hoy queda en los detalles ancho campo á un sinnúmero de posibilidades y que la apreciación subjetiva va por delante de los hechos positivos. Así, pues, hemos de contentarnos por ahora con una agrupación más ó menos artificial, aunque sea incompleta, por más que teóricamente podamos establecer el concepto de la clasificación natural.

PRUEBAS EN PRO DE LA TEORÍA DE LA TRANSMUTACION[®]

Cuando se emprende la crítica de la doctrina de la transmutación y de las teorías de Lamarck y Darwin, formuladas en su apoyo, se adquiere pronto la convicción de que por hoy, y tal vez por siempre, ha de ser imposible llegar á una demostración directa, porque la teoría se funda en hipótesis que se substraen al contraste de la observación directa. Para la transformación de las formas orgánicas

bajo las condiciones naturales de la vida se exigen lapsos de tiempo de que no dispone la observación humana, y por otra parte las complejas acciones recíprocas que en el estado salvaje tienden á modificar, en el sentido de la selección natural, á los animales y plantas, sólo pueden presumirse en general, pero son desconocidas en sus detalles. Además, los animales y plantas que están sometidos á la influencia de la selección natural están fuera del alcance de nuestra experimentación, y el número, relativamente escaso, de los que el hombre ha sometido más pronto ó más tarde á su dominio, se ha modificado y transformado mediante la *selección artificial*. La eficacia de la selección *natural*, en el sentido de Darwin, para la formación de variedades, no cuenta por consiguiente con otra luz ni otra base de verosimilitud que la de ejemplos de imaginación.

En cambio, la exactitud de la doctrina de la descendencia y la de la transmutación, apoyada como por ninguna otra por la teoría de la selección de Darwin, cuenta en su favor una prueba tan completa de probabilidades, suministrada no sólo por la *morfología* sino también por los datos de la *paleontología* y de la *distribución geográfica*, que no puede parecer dudosa su certeza, y hoy por hoy es aceptada por los más eminentes biólogos.

Considerada la transformación de la especie como una hipótesis, ya que no es posible demostrarla por la observación directa, hemos de juzgar de su valor por los hechos y fenómenos de la naturaleza viviente.

I. SIGNIFICACION DE LA MORFOLOGÍA

En este sentido es toda la morfología una vasta prueba indirecta. Los grados de semejanza de las especies, fundada en la concordancia de caracteres, importantes ó subalternos, designada desde largo tiempo metafóricamente con la palabra *parentesco*, han conducido á establecer las categorías sistemáticas, la más elevada de las cuales, el círculo, tipo ó rama, exige la semejanza en los rasgos más generales relativos á la organización y desarrollo. La semejanza de muchos animales en el plan general de organización, como por ejemplo de los peces, reptiles, pájaros y mamíferos, que poseen todos una columna sólida que recorre todo el eje del cuerpo, y por

la cual son dorsales las partes centrales del sistema nervioso y abdominales los órganos de nutrición y reproducción, se explica muy bien, dentro de las teorías de la selección y de la descendencia, suponiendo á todos los vertebrados descendientes de una forma progenitora común que poseyera los caracteres del tipo; al paso que la idea de un plan de creación renuncia á toda explicación. De igual manera se explica la comunidad de los caracteres, por los cuales se distinguen los demás grupos y subgrupos de la clase hasta el género, y se ve la posibilidad de hacer una subordinación de todos los seres orgánicos en divisiones y subdivisiones. De la teoría de la descendencia se deduce la imposibilidad de una clasificación rigurosamente deslindada. La teoría exige igualmente la existencia de formas de transición entre los grupos de parentesco próximo ó lejano, y por la extinción, en el transcurso del tiempo, de numerosos tipos, insuficientemente constituidos, explica que grupos de análoga importancia tengan tan diferente extensión, y á menudo se hallen representados sólo por formas aisladas.

Lo mismo que con los caracteres generales utilizados para la clasificación, que indican un parentesco próximo ó lejano, sucede con todos los innumerables hechos que ha puesto en claro la anatomía comparada. Considérese, por ejemplo, la formación de las extremidades ó la estructura del cerebro en los animales vertebrados, y á pesar de grandes diferencias que á veces se suceden en series de gradación, veremos siempre una forma fundamental común, que se modifica al infinito en cada grupo, en las particularidades de sus partes, y se diferencia en proporción más ó menos considerable, según los trabajos y exigencias del género de vida de cada animal. La nadadera de la ballena, el ala de los pájaros, el miembro anterior de los cuadrúpedos y el brazo del hombre están formados por los mismos huesos; pero en uno son éstos cortos, anchos é inmóviles, en otro son largos y articulados de diverso modo, según las necesidades de su aplicación; ora están todas sus partes completamente desarrolladas, ora se simplifican de esta ó de aquella manera, ó se atrofian parcial ó completamente.

Dimorfismo y polimorfismo. — Como testimonio importante de la poderosa eficacia de la adaptación pueden aducirse los fenómenos de dimorfismo y polimorfismo en series animales de la misma espe-

cie; y entre los animales sexuados que tienen separación de machos y hembras y se han desarrollado de animales semejantes y primitivamente hermafroditas, los machos y las hembras difieren no sólo en que las unas producen huevos y los otros semen, sino también en que en las diversas funciones que se relacionan con la formación de estos productos manifiestan variados caracteres sexuales secundarios, cuya existencia se explica satisfactoriamente con el auxilio de la selección natural. En cierto sentido podemos hablar de una selección sexual (1) en virtud de la cual y en beneficio de la conservación de la especie, tienden las dos formas sexuales á alejarse una de otra, en el transcurso del tiempo, tanto en las particularidades de la organización y de la forma como en las costumbres. Como el macho tiene que atender más activamente á los trabajos de cópula y fecundación, encontramos que difiere más de la forma joven que las hembras, que elaboran los materiales necesarios para la formación y nutrición de los pequeños. A menudo llama la atención en el macho la rapidez y ligereza de los movimientos; en muchos insectos sólo los machos son alados, al paso que las hembras se mantienen apteras como las formas larvárias. En la lucha que entre sí libran los machos para lograr la posesión de la hembra, triunfan los que están mejor constituidos y tienen en grado más ventajoso fuerza, movilidad, órganos aprehensores, canto, belleza; y en cambio entre las hembras en general cumplen mejor sus funciones las que tienen cualidades más favorables para la cría de su descendencia. De manera más pasiva pueden ser provechosas á la especie, en ciertas condiciones biológicas, las diferencias entre los dos sexos en cuanto á la duración del desarrollo, al modo de crecimiento y á la conformación del cuerpo. Los caracteres sexuales secundarios pueden acentuarse hasta el punto de determinar en el organismo modificaciones tan esenciales y profundas que lleguen á constituir un verdadero dimorfismo sexual (machos sin intestino de los *rotíferos*, machos enanos de la *Bonellia* y del *Trichosomum crassicauda*).

Es un hecho de gran importancia que precisamente sea en los

(1) C. Darwin: *The descent of man and selection in relation to sex*, vol. I y II, Londres, 1871.

parásitos en los que llega á su más alto grado el dimorfismo. En muchos crustáceos parásitos (*Sifonostomos*), entre los extremos representados por hembras informemente grandes, que han perdido los órganos de los sentidos y del movimiento y todo vestigio de segmentación del cuerpo, y por machos diminutamente enanos, se encuentra una serie continua de grados intermedios, en los cuales son muy manifiestas las causas de este dimorfismo sexual. La influencia de las condiciones favorables de alimentación que concurren en el parasitismo, evita la necesidad de rápidos y frecuentes cambios de domicilio, aumenta la fecundidad de las hembras y modifica la forma de su cuerpo, en términos que se pierde gradualmente la facultad de locomoción y los órganos del movimiento se atrofian hasta desaparecer por completo. Por efecto del enorme abultamiento de los ovarios, atestados de huevos, adquiere todo el cuerpo una forma pesada y monstruosa; se forman en él prominencias y apéndices en que se alojan prolongaciones de los ovarios ó se distiende como un saco sin simetría alguna; desaparece la segmentación y con ella la deslizabilidad de los segmentos y los miembros se atrofian. El abdomen, delgado y flexible, que facilitaba notablemente los movimientos de natación, se reduce poco á poco á un muñón corto é inarticulado. Es tan extraño el aspecto de tales parásitos que se comprende que se haya clasificado antiguamente uno de estos grupos anómalos, los *lerneanos*, entre los vermes intestinales ó entre los moluscos. El parasitismo obra sobre los machos en distinto sentido (1). Como las hembras quedan muy rezagadas respecto de los machos que viven en estado libre, los dos sexos difieren entre sí morfológicamente, tanto más cuanto que la influencia de las diferentes condiciones de vida modifica en el macho la forma y la organización. En el sexo masculino no intervienen las condiciones favorables de alimentación para suprimir tan inmediatamente la necesidad de cambiar de lugar y retrasar el desarrollo de los órganos del movimiento, que les son necesarios para las relaciones sexuales y sobre todo para ir en busca de las hembras para efectuar la cópula. Aun en el caso de que la locomoción sea limitada y difícil, el parasitismo no determina en los machos ni la

(1) Véase C. Claus: *Die freilebenden Copepoden*, Leipzig, 1863.

supresión completa ni el crecimiento asimétrico de los miembros, como sucede en muchas hembras de crustáceos parásitos. La cantidad de productos sexuales, que en las hembras reporta gran ventaja á la conservación de la especie y favorece el desarrollo informe y monstruoso del cuerpo, es un dato secundario en la actividad sexual del macho, porque basta una cantidad mínima de esperma para la fecundación de cantidades considerables de material ovular. En consecuencia de estas condiciones el grado extremo del parasitismo no determina en el macho el crecimiento monstruoso del cuerpo y su transformación en un seno inarticulado aunque la locomoción sea limitada y casi reptante, sino que por el contrario lo reduce á dimensiones enanas, pero conservando la estructura simétrica. Ese estado viene también precedido de un gran número de grados intermedios. Así encontramos en los *lerneopodos* que los machos de *Achtheres* tienen una magnitud poco reducida, al paso que los verdaderos machos enanos de la *Lerneopoda* y de los *Chondracanthides* son tan pequeños que se mantienen fijos al abdomen de las hembras (fig. 114). La preparación de una cantidad de esperma como la que supone una gran magnitud de cuerpo, representaría en este caso un gasto de material y de tiempo innecesario para la vida de la especie, y á evitarla ha acudido el regulador de la selección natural.

Hay también numerosos ejemplos de dimorfismo y polimorfismo en el mismo sexo, lo que demuestra la influencia que puede ejercer la adaptación en la serie de formas pertenecientes á uno y otro sexo. Se han observado hembras dimorfas en los insectos, por ejemplo en los papilionidos del archipiélago malayo (*P. Memnon*, *P. Pamnon*, *P. Ormenus*), en algunas especies de *Hydroporus* y de *Dytiscus*, así como en el género *Neurotemis* de los neurópteros. Por regla general, una de las formas hembras presenta íntimas relaciones de forma y color con el macho, cuyas particularidades ha adquirido. En otros casos se halla el dimorfismo en relación con el clima y con las diferentes estaciones (dimorfismo estacional de las mariposas) y afecta también á los machos, ó bien depende del modo de reproducción (partenogénesis) y determina la *heterogontia* (*Chermes*, *Phylloxera*, *Aphis*). Mas rara vez pueden producirse dos formas distintas de machos con desigual conformación de los caracte-

res sexuales secundarios relativos á la cópula, como lo ha descrito Federico Muller en el *Tanais dubius* (crustáceo esópodo).

Al lado de los individuos sexuados dimorfos pueden existir en la misma especie otros grupos de individuos destinados á determinadas funciones, resultando un verdadero *polimorfismo* entre los individuos pertenecientes á una misma especie. Los hechos más conocidos de este género se encuentran en los insectos que viven en grandes asociaciones constituyendo sociedades animales, en las que se encuentra un tercer grupo de individuos, subdividido á veces en varias series de formas distintas, que por tener atrofiados los órganos sexuales son ineptos para la reproducción, y tienen la misión de atender á la alimentación y defensa de la colectividad y al cuidado de la cría, presentando en su estructura y organización particularidades adecuadas á sus especiales funciones. Estos *individuos estériles* son, en las colonias de himenópteros, hembras atrofiadas, que en las hormigas se dividen en dos grupos, obreras y soldados; en las colonias de térmitas, son machos y hembras que tienen los órganos sexuales en estado rudimentario. Se encuentran también individuos estériles en animales que no viven en asociación (peces); antiguamente se los había considerado y descrito como especies distintas. El polimorfismo tiene su más variada representación en las colonias de hidroides, sobre todo en los sifonóforos.

Mimetismo. — Otra serie de fenómenos, que deponen igualmente en pro de variaciones útiles realizadas mediante la adaptación, se refiere á lo que se ha llamado imitación ó mimetismo y consiste en que ciertos animales procuran imitar, para confundirse con ellos, como si los copiasen, en la forma y el color á otras especies muy esparcidas y dotadas de alguna particularidad ventajosa para su defensa. Los casos de mimetismo dados á conocer principalmente por Bates y Wallace, se refieren á la semejanza tan frecuente de muchos animales con la forma y color de los objetos que los rodean, semejanza que constituye un medio de protección. Así, por ejemplo, entre las mariposas ciertas *leptalides* copian á algunas especies del género *Heliconius* de la América del Sur, que están protegidas contra los ataques de los pájaros y los lagartos por una secreción amarillenta de un olor nauseabundo; y las primeras toman el aspecto exterior y la manera de volar de las segundas, y comparten con

ellas su habitación (fig. 144). Encontramos la imitación más completa en los trópicos del antiguo continente, donde las Danaides y las Acraides son copiadas por los papilionidos (*Danais niavius*, *Papilio hippocoon*, — *Danais echeria*, *Papilio cenea*, — *Acraea gea*, *Panopæa hirce*). Son frecuentes los casos de imitación entre los insectos de diferentes órdenes; las mariposas reproducen la forma de los himenópteros, que están defendidos por el aguijón (*Sesia crabroniformis*, *Vespa crabro*) (fig. 145); los coleópteros imitan á las avispas (*Charis melipona*, *Odontocera odyneroides*); el *Condylodera tricondyloides*

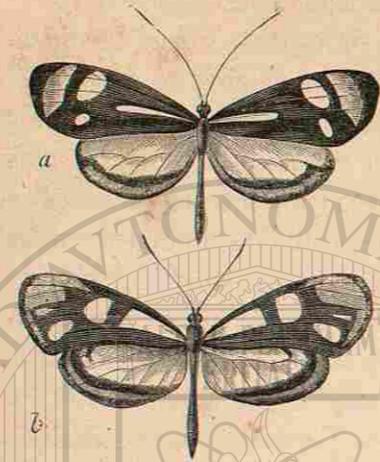


Fig. 144. — a, *Leptalis Theonoe*, var. *Leuconoe* (Pieride); b, *Athomia Herdina* (Helionide imitada), según Bates.

de Filipinas, perteneciente al orden de los ortópteros es igual á un género de cicindelas (*Tricondyla*). Muchos dípteros toman la forma y color de avispas y esfégidos. Se conocen también ejemplos de mimetismo entre los vertebrados (culebras y pájaros).

Organos rudimentarios. — La existencia, tan común, de órganos rudimentarios se explica satisfactoriamente según la teoría de la selección por la falta de uso. En virtud de la adaptación á ciertas condiciones vitales cesan poco á poco, ó repentinamente, de ejercer sus funciones órganos que antes trabajaban y á consecuencia de la falta de ejercicio en el curso de las generaciones se van debilitando hasta llegar á la atrofia total (parásitos). No en todos los casos puede asegurarse que los órganos

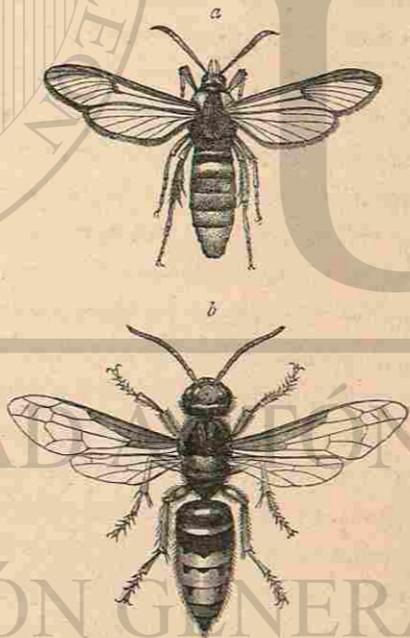


Fig. 145. — a, *Trochilium apiforme* (*Sesia crabroniformis*); b, *Vespa crabro*

rudimentarios sean inútiles; á menudo ejercen en el organismo una función accesoria, siquiera sea difícil de demostrar, distinta de la primitiva.

Así encontramos, por ejemplo, en algunas culebras (boas), á los lados del ano, pequeñas prominencias con un gancho (ganchos anales). Estas prominencias corresponden á los muñones de los miembros posteriores abortados, y no sirven para la locomoción, pero son, en los machos, un aparato sexual auxiliar de la cópula. Las culebras ciegas tienen, á pesar de la falta de miembros anteriores, un armazón rudimentario de escápulas y esternón, tal vez destinado á proteger el corazón ó á favorecer la respiración. Cuando vemos que en el feto de muchos rumiantes se desarrollan dientes incisivos que nunca llegan á romper, y que los embriones de la ballena tienen en las mandíbulas rudimentos de dientes que desaparecen sin servir nunca para la masticación de los alimentos, es más natural atribuir á estos órganos alguna significación en el crecimiento de las mandíbulas que considerarlos completamente inútiles. El ala del pájaro bobo funciona como una nadadera; la del avestruz le sirve de medio de defensa y de auxiliar en la carrera; el muñón del ala del Kiwi (*Apterix australis*, avestruz de Australia) no tiene al parecer aplicación alguna. En otros casos no nos es posible asignar función ni significación á los órganos rudimentarios y puede creerse que son más bien perjudiciales que útiles al organismo.

Ontogenia. — Los resultados de la embriología, esto es, del desarrollo del individuo desde el huevo hasta el completo desarrollo de la forma (ontogenia), demuestran también la certeza de las hipótesis de la teoría darwiniana.

El hecho de que los animales correspondientes á un tipo tengan por regla general embriones semejantes, dotados de iguales esbozos orgánicos, y que el curso entero de los procesos evolutivos, salvo algunas notables excepciones, ofrezca semejanza tanto más marcada cuanto más próximo es el parentesco de las formas adultas, apoya en alto grado la creencia en un origen común y la hipótesis de los diferentes grados de consanguinidad. Si en realidad los grupos más ó menos amplios que corresponden á grupos sistemáticos se pueden referir genéticamente á formas primitivas más ó

menos afines, la historia de la evolución individual ofrecerá rasgos comunes en número tanto mayor cuanto más próximas sean entre sí las formas por su origen. No puede alegarse contra este fenómeno que puede llamarse general, el hecho de que en grupos zoológicos diversos las especies más afines siguen ontogenéticamente en su evolución una dirección distinta, desarrollándose unas por metamorfosis, otras por generación alternante y otras directamente sin estado larvario (medusas, distomas, polistomas, crustáceos de agua dulce, decápodos marinos). Antes de ahora hemos explicado este hecho, considerando la evolución directa como una forma secundaria derivada de la metamorfosis ó de la generación alternante.

Se observa, por el contrario, en general que animales muy distintos y que viven en condiciones biológicas muy diversas coinciden notablemente en su evolución postembrionaria hasta una época más ó menos avanzada. Estos mismos seres pueden diferir en su evolución embrionaria. Estos hechos se explican por los fenómenos derivados de la adaptación, que ejerce su influencia no sólo en el período de forma sexual, sino también en cualquier otro período evolutivo de la vida, y determina modificaciones que se heredan á la edad correspondiente ó se retrotraen á períodos anteriores. Por lo tanto, no todas las formas larvarias tienen la misma significación sino que representan períodos evolutivos esencialmente modificados por la adaptación.

Los fenómenos de la metamorfosis suministran inmensas pruebas para demostrar que la adaptación de las formas jóvenes á sus condiciones de vida es tan completa como la del animal adulto, y así se comprende por qué las larvas de muchos insectos pertenecientes á órdenes distintos tienen una gran semejanza entre sí, al paso que pueden ser desemejantes las larvas de insectos del mismo orden. Aunque, en general, en el desarrollo del individuo se manifiesta un progreso de lo más simple á lo más complicado, por la continuada división del trabajo de la organización, que se va haciendo más y más completo (y de esta ley del perfeccionamiento de la evolución individual veremos una paralela en la gran ley del perfeccionamiento progresivo en la evolución de los grupos), hay no obstante casos particulares en que los fenómenos evolutivos pueden conducir á una marcha retrógrada, resultando el animal

adulto de condición más baja y de organización inferior que la larva correspondiente. Este fenómeno, conocido con el nombre de *metamorfosis regresiva* (cirrípedos y crustáceos parásitos), concuerda con las exigencias de la teoría de la selección, porque la regresión y aun la pérdida de algunas partes pueden ofrecer ventajas para el organismo cuando se simplifican las condiciones vitales facilitando al animal la adquisición de los alimentos (parasitismo).

Lo mismo es aplicable á las relaciones entre el desarrollo ontogenético y la gradación expuesta en la clasificación. Dedúcese de numerosos ejemplos que en las fases sucesivas de la evolución fetal se reproducen rasgos de los grupos más simples, como de los más completamente organizados del mismo tipo. En el caso de una evolución complicada y libre mediante metamorfosis, cuya aparición va unida á una simplificación del desarrollo fetal dentro de las envolturas del huevo, son inmediatamente perceptibles las relaciones de los estados larvarios sucesivos con las formas íntimamente afines del sistema, géneros, familias y órdenes. Ciertos períodos embrionarios de los mamíferos reproducen formas que en los peces inferiores subsisten toda la vida, y en períodos más tardíos presentan particularidades que corresponden á caracteres persistentes de los anfibios. La metamorfosis de la rana empieza por un período que coincide con el tipo de los peces en forma, estructura orgánica y modo de locomoción, y atraviesa numerosas fases larvarias en que se reproducen los caracteres de otros órdenes de anfibios (perenni-branquios, salamandrinios) y de algunas de sus familias y géneros.

Ley biogenética. — La incontestable semejanza entre períodos sucesivos de la embriología del individuo y los grupos afines de la clasificación, nos autorizan á establecer un paralelo entre la evolución del individuo y la evolución de la especie, que está muy incompletamente expresado en las relaciones de los grupos taxonómicos y sólo puede completarse por la historia remota, que la paleontología nos da á conocer con datos demasiado insuficientes. Este paralelo, que en los detalles presenta, naturalmente, excepciones más ó menos importantes, se explica por la teoría de la descendencia, según la cual, como ha expuesto F. Muller (1), la

(1) F. Muller: *Fur Darwin*, Leipzig, 1864.

embriología del individuo es una repetición corta y simplificada, en cierto modo una recapitulación del proceso evolutivo de la especie. Esta ley fué conocida por antiguos naturalistas, y J. F. Meckel la demostró respecto de los sistemas orgánicos esenciales (1). Meckel estableció la ley de que existe una evolución de los organismos individuales que marcha paralelamente á la evolución de la serie animal, y la llamó oportunamente: «analogía entre el desarrollo del embrión y el de la serie zoológica.» E. Haeckel le ha dado el nombre de *ley biogenética fundamental*. Los rastros históricos que suministra la embriología del individuo, se borran ó quedan indescifrables á causa de múltiples adaptaciones en el estado embrionario ó durante la vida larvaria. Dondequiera que las condiciones especiales de la lucha por la existencia exigen una simplificación, el desarrollo se hace más directo del huevo al animal adulto, y la metamorfosis, abreviada, queda relegada á la vida ovular, y cuando ésta desaparece del todo, el rastro histórico queda completamente suprimido. Por el contrario, en casos de transformaciones lentamente progresivas con estados embrionarios que se modifican gradualmente y viven en análogas ó iguales condiciones de existencia, la historia genealógica de la especie se reflejará menos incompletamente en la del individuo.

II. SIGNIFICACIÓN DE LA GEOLOGÍA Y LA PALEONTOLOGÍA

Paralelamente á los hechos de la morfología suministran los resultados de las investigaciones geológicas y paleontológicas datos importantes en favor de la certeza de la teoría de la transformación lenta de las especies y del paulatino desarrollo de géneros, familias, órdenes, etc., mediante el cambio de la especie. Numerosas y potentes capas geológicas que el curso del tiempo ha depositado en orden determinado unas tras otras en las aguas (rocas plutónicas), juntamente con enormes masas eruptivas salidas del núcleo ígneo (rocas volcánicas), forman la corteza sólida de nuestro planeta. Los primeros, depósitos sedimentarios, tanto en su estratificación, primitivamente horizontal, como en el estado petrográfico de sus rocas

(1) *System der vergleichenden Anatomie*, Halle, 1821.

múltiplemente variado, contienen sepultados una multitud de restos petrificados de poblaciones animales y plantas que vivían en otras épocas, documentos históricos de una vida vigorosa durante los primeros períodos de la formación de la tierra. Por más que estos restos, llamados fósiles, nos hayan dado á conocer un número considerable y una gran diversidad de formas de los organismos prehistóricos, entre todos ellos no forman más que una pequeñísima fracción de la inconcebible cantidad de seres que en todos tiempos han poblado la tierra. Son, sin embargo, suficientes para darnos á conocer que en los tiempos en que se ha formado cada uno de los depósitos, existía un mundo animal y vegetal distintos, que se alejan tanto más de la fauna y flora actuales cuanto más profundamente se halla la capa geológica en que yacen, es decir, cuanta mayor es su antigüedad en la historia de la tierra. Los fósiles de las diferentes capas tienen entre sí tanta mayor afinidad cuanto más próximas están las capas. Cada formación sedimentaria de una edad determinada tiene en general sus fósiles especiales, característicos, mediante los cuales, teniendo en consideración la sucesión de las capas y el carácter petrográfico de las rocas, se puede deducir con cierta seguridad el lugar que ocupa la capa en cuestión en el sistema geológico.

Los fósiles son, sin duda alguna, juntamente con la sucesión de las capas, el medio más importante para la determinación de la edad geológica, relativa, de las formaciones, y en todo caso, un medio más seguro que los caracteres de las rocas por sí solos. Aunque en otro tiempo era corriente la opinión de que las rocas del mismo período tenían siempre los mismos caracteres y que éstos eran diferentes en las rocas de períodos distintos, esta idea se ha desechado como errónea. Las capas estratificadas ó sedimentarias se han formado en todo tiempo, bajo iguales condiciones que en la actualidad, por sedimentación de limo arcilloso, de arena finamente triturada ó grosera, de cantos rodados, grandes ó pequeños, de precipitados químicos de carbonato y sulfato de cal y de magnesia, de sílice y peróxido de hierro hidratado, y por acumulación de restos sólidos de animales y materias vegetales. Su transformación en rocas duras como los esquistos arcillosos y calcáreos, la caliza, la arenisca, la dolomita y los conglomerados de diversa especie, fué obra del tiem-

po ayudado de la acción de diversas causas, de la potente presión de las capas superiores y de íntimos procesos químicos, etc.

Aunque en muchos casos la diversa naturaleza de las rocas pueda dar un dato para orientarse respecto de la edad relativa, es un hecho positivo que sedimentos contemporáneos pueden presentar caracteres petrográficos completamente distintos, al paso que sedimentos de muy diferentes períodos pueden estar formados de especies minerales iguales ó muy semejantes.

La idea antigua de que los sedimentos contemporáneos debían contener en todas partes los mismos fósiles, sólo se pudo sostener mientras las investigaciones geológicas se reducían á comarcas pequeñas. Tampoco pudo conservarse la opinión, íntimamente ligada con la anterior, de que cada uno de los miembros geológicos caracterizado por una estratificación determinada haya de estar rigurosamente separado y sin término alguno de transición. Las formaciones (1), y así se llama el conjunto de capas de un territorio determinado correspondientes á una misma época, no están petrográfica y paleontológicamente con tanta exactitud deslindadas que pueda hoy aceptarse la hipótesis de violentas y súbitas revolucio-

(1) El siguiente cuadro puede servir para dar una idea general de los períodos geológicos y de sus formaciones más importantes:

<i>Epoca cuaternaria</i> Formaciones diluvial y aluvial	Período moderno (aluvión, formaciones marinas y de agua dulce). Postplioceno ó período diluvial (bloques erráticos, período glacial, Loss).
<i>Epoca terciaria</i> Formaciones cenozoicas	Período plioceno (formación subapenina, arenas de huesos de Eppelsheim). Período mioceno (molasa, arcilla, caliza de Leitha, en Viena; carbón pardo, en el Norte de Alemania). Período eoceno (gres, esquistos arcillosos (Flysch); formación numulítica, cuenca de París).
<i>Epoca secundaria</i> Formaciones mesozoicas	Período cretáceo (capas de Maestricht, creta blanca, arena verde superior, Gault., arena verde inferior, Wealden). Período jurásico (capas de Purbeck, piedra de Portland, arcilla de Kimeridge, Koral Rag, arcilla de Oxford, gran oolita, oolita inferior, Lias, Jura blanco, pardo y negro). Período triásico (Keuper, caliza conchífera) (Muschelalk).

nes y de cataclismos generales que aniquilaron todo el mundo orgánico. Más bien se puede asegurar con certeza que la extinción de especies antiguas y la aparición de otras nuevas no ha ocurrido de una vez y simultáneamente en todos los confines de la superficie terrestre, ya que muchas especies pasan de una forma á otra y un gran número de organismos del terreno terciario viven todavía en especies idénticas ó poco modificadas. Pero así como la época que se llama reciente es difícil de determinar en sus principios y no se puede deslindar con precisión de la época diluviana, ni por el carácter de los estratos ni por el contenido de su población, lo mismo sucede con las épocas lejanas de la evolución terrestre, que á la manera de los períodos de la historia humana se fundan en acontecimientos notables, pero se suceden en inmediata continuidad. Lyell ha demostrado de manera convincente con razones geológicas que esos períodos no correspondían á cataclismos repentinos extensivos á toda la superficie terrestre, sino que, por el contrario, limitados á ciertas localidades, habían seguido una marcha lenta y progresiva, y que la historia antigua de la tierra consiste en un proceso de evolución constante, en el cual los numerosos fenómenos que en la actualidad observamos, en virtud de su acción continuada durante largos períodos de tiempo, han sumado un efecto bastante poderoso para transformar la superficie terrestre.

<i>Epoca paleozoica</i> Formaciones paleozoicas	Período diásico (Calcaria peneana (Zechstein); capas permianas; arenisca roja inferior, formación permiana). Período carbonífero (formación de carbón de piedra de Inglaterra, Alemania; caliza carbonífera). Período devoniano (esquistos espiríferos, esquistos de cipridinas, caliza de estringocéfalos, etc.; arenisca roja antigua). Período silúrico (capas de Ludlow, Wenlock y Caradoc, etc.). Período cámbrico (esquistos azoicos, etc.).
<i>Epoca arcaica</i>	Esquistos arcillosos } esquistos cristalínicos. Esquistos micáceos } Gneis antiguo (forma laurentina).

Según el profesor Ramsay los grupos geológicos alcanzan en Inglaterra una potencia de 72.584 pies, cerca de 13 ³/₄ millas inglesas, divididas para cada una:

Epoca paleozoica	57.154	} 72.584
» secundaria	13 192	
» terciaria	2.240	

La causa del desigual desarrollo de las capas y del deslinde de las formaciones ha de buscarse principalmente en la interrupción de las sedimentaciones, que por extensas que fueran no pasaban de tener una significación puramente local. Si hubiera sido posible que un depósito marítimo hubiera continuado creciendo uniformemente durante todo el período de las formaciones sedimentarias, y en circunstancias favorables hubiese formado nuevas capas en continuidad constante, encontraríase en él una serie progresiva de capas sin lagunas que las interrumpiesen, y en las cuales no sería posible establecer división de formaciones. Este depósito ideal no contendría más que una sola serie de estratos, en la cual hallaríamos capas análogas á todas las formaciones de la corteza terrestre. En la realidad esta estratificación continua está interrumpida por numerosas y á veces grandes lagunas, que ocasionan las diferencias petrográficas y paleontológicas, á menudo tan considerables entre capas colindantes, y que corresponden á períodos de reposo ó á perturbaciones de la acción sedimentaria. Estas interrupciones de los depósitos locales se explican por los continuos cambios de nivel que ha experimentado la superficie terrestre á consecuencia de la acción plutónica ó volcánica que ha formado las montañas en todas las épocas. Así como en la actualidad observamos que extensas comarcas descienden lenta y progresivamente (costas occidentales de Groenlandia, islas de coral) y otras se elevan durante siglos (costas occidentales de Sud América, Suecia), y que por efecto de la acción subterránea se sumergen en el mar costas enteras y surgen islas del fondo de los mares; así también en los períodos anteriores intervinieron las mismas condiciones, tal vez en mucho mayor grado, para producir en tierras y mares cambios lentos, rara vez súbitos, y en este caso limitados á localidades determinadas. Por efecto de estos cambios han quedado en seco fondos de mares que primero han formado islas y más tarde continentes, cuyas capas denunciaban el origen marítimo de la formación por los restos de animales que albergaban. En cambio se han hundido en el mar grandes extensiones de tierra firme, quedando sus cumbres más altas formando islas y sirviendo de asiento á nuevas estratificaciones. En el primer caso se interrumpe la formación de sedimentaciones; en el segundo da comienzo una nueva formación después

de un período de reposo más ó menos largo. Pero como los hundimientos y los levantamientos aunque alcancen á grandes extensiones de territorio sólo tienen importancia local, no ha podido ser universalmente simultáneo el principio y la interrupción de las formaciones contemporáneas; durarían aún por algún tiempo en un punto cuando en otro habrían cesado mucho antes, y de aquí la gran diversidad que ofrecen en distintas localidades los límites superiores é inferiores de formaciones análogas. Así se explica también que las formaciones superpuestas unas á otras estén representadas por series de capas de desigual potencia, no siendo posible suplir estas diferencias por capas situadas en otras comarcas. La sucesión total de las formaciones conocidas hasta ahora no basta para establecer una escala completa y no interrumpida de las formaciones sedimentarias. Quedan aún numerosas y considerables lagunas que tal vez llegue á llenar algún día la ciencia, si logra dar á conocer formaciones actualmente cubiertas por el mar.

Por las consideraciones que hasta aquí hemos expuesto puede darse por demostrado, con razones geológicas y paleontológicas, tanto la continuidad de los seres vivos, como la inmediata afinidad de los organismos en los períodos sucesivos de la evolución. Pero la teoría de la descendencia exige más que esta prueba, pues que según ella el sistema natural representa un cuadro genealógico. La teoría exige la existencia de innumerables formas de transición tanto entre las especies del mundo actual y las de las formaciones modernas, como entre las especies de cada una de las formaciones de períodos sucesivos, y además exige la demostración de que han existido miembros de unión entre los diversos grupos sistemáticos del mundo animal y vegetal presente, cuya determinación y deslinde sólo pueden explicarse, según Darwin, por la desaparición de vastos conjuntos de especies en el transcurso de la historia terrestre. La paleontología no puede responder de una manera completa á estas exigencias, porque en los documentos geológicos faltan, respecto de gran número de formas, innumerables grados casi imperceptibles de la serie de variedades que según la teoría de la selección han debido existir necesariamente. Esta falta, que Darwin mismo reconoce como objeción á su teoría, pierde no obstante su importancia cuando estudiamos de cerca las condiciones

en que se han depositado en el limo los restos orgánicos que en estado de fósiles ha descubierto la posteridad, y nos hemos dado cuenta de las razones que demuestran las grandes deficiencias de los documentos geológicos, de las cuales podemos deducir que algunos de esos términos de transición han debido ser descritos como especies.

En primer lugar, no podemos prometernos encontrar en las capas sedimentarias otros restos que los de organismos que tuvieran un esqueleto duro y piezas resistentes para sostén de las partes blandas, puesto que las partes duras, como los huesos y dientes de los vertebrados, las conchas calcáreas y síliceas de los moluscos y rizópodos, las conchas y aguijones de los equinodermos, el esqueleto chitinoso de los artrópodos, etc., son susceptibles de resistir á una rápida descomposición y de llegar á petrificarse poco á poco. Por esta razón no encontramos en los documentos geológicos rastro alguno de multitud de organismos, especialmente de los inferiores, que están privados de esqueleto. Entre los mismos organismos susceptibles de fosilización hay grandes clases que sólo por excepción han dejado vestigios de su existencia, y éstos son precisamente los animales habitantes en tierra firme. De estos animales no pueden quedar restos petrificados más que en el caso de que arrastrados sus cadáveres por el agua en las grandes mareas ó inundaciones, ó por alguna otra causa, hayan quedado en un punto cualquiera rodeados de masas de limo que se han endurecido. Así se explica no sólo la escasez relativa de mamíferos fósiles sino también que de los más antiguos (marsupiales en los esquistos de Stonesfield) casi no se conserva más que la mandíbula inferior, que se desprende fácilmente durante su petrificación y por su peso resiste á la corriente del agua y se va al fondo. Aunque estos restos demuestran que existían mamíferos en el período jurásico, la idea completa de su conformación sólo puede adquirirse con los ejemplares del período eoceno.

Más fácil había de ser la conservación de los habitantes de agua dulce, y más que ninguna otra la de los habitantes del mar, porque las formaciones marinas abarcan una extensión incomparablemente mayor que las de agua dulce. La formación de capas potentes sólo puede realizarse en dos condiciones: en un mar muy profundo, y

al abrigo de los vientos y las olas, aunque el fondo sufra un movimiento lento de elevación ó de descenso; en este caso las capas serán relativamente pobres en fósiles, porque es reducido el número de plantas y animales que viven á profundidades considerables; ó bien *en un mar poco profundo favorable para el desarrollo de gran número y variedad de animales y plantas, y que durante largo tiempo sufra un movimiento de descenso*. En este caso el mar alberga continuamente una inmensa población, mientras el descenso progresivo se halla constantemente compensado por la adición de nuevos sedimentos.

Por el modo de formación de los sedimentos se explica que haya grandes lagunas en los restos paleontológicos, que además habrían de estar limitados á formaciones relativamente modernas. Las capas más antiguas é inferiores en que están sepultados los restos del mundo orgánico primitivo aparecen tan completamente modificadas que no es posible reconocer los residuos orgánicos en ellas encerrados.

En todo caso, se puede asegurar con toda certeza que sólo ha podido conservarse en estado fósil una pequeñísima fracción de las faunas y floras extinguidas, y que de esa fracción sólo ha llegado á nuestro conocimiento una pequeña parte. No debemos, pues, deducir de la escasez de restos fósiles, la no existencia de formas intermedias. La falta de éstas en la serie de varias formaciones; la aparición de una especie por primera vez en el centro de una serie de estratos y su desaparición rápida, y la aparición repentina de grupos enteros de especies y su desaparición también repentina son hechos de que no pueden hacerse argumentos contra la teoría de la selección, pues que en algunos casos se conocen series de formas de transición entre organismos más ó menos distantes, y en el transcurso del tiempo se han desarrollado numerosas especies como intermediarias de otras especies y géneros, y además no es raro que empiecen á desarrollarse lentamente especies y grupos de especies, lleguen á adquirir una propagación extraordinaria, pasen á formaciones ulteriores y luego desaparezcan también con lentitud. Dada la deficiencia de los restos fósiles, tienen estos hechos positivos una gran significación.

De los ejemplos de series graduadas de transición que nos

ofrece la paleontología, nos bastará indicar los *ammonites* y algunos gasterópodos.

Antes de la publicación del *Origen de las especies*, de Darwin, había afirmado Quenstedt la conexión genética directa de diferentes ammonites en capas sucesivas. Esta opinión ha sido posteriormente comprobada y ampliada por varios naturalistas; L. Wurtemberg, entre otros, ha demostrado la existencia de una serie de miembros de unión entre los grupos de los *planulados* y los *armados*, y ha hecho ver que las costillas de los primeros se transforman gradualmente en los agujones de los segundos. Tiene particular interés el modo y forma cómo se realiza la transición: empieza el cambio primeramente en la última espiral, y sólo en una parte de ella; luego se hace más marcado en los individuos de formaciones más recientes, y la espira va avanzando hacia el centro, de manera que el tipo de las formas antiguas persiste más largo tiempo en las vueltas internas. Independientemente de Wurtemberg, Neumayr se expresa del mismo modo sobre la importancia de las vueltas internas de la espira para juzgar las relaciones de las formas más afines, porque se asemeja á las formas vecinas, geológicamente más antiguas, que deben ser consideradas como sus predecesoras.

Los grupos de ammonites que están considerados en la categoría de géneros y familias, derivan también unos de otros, y en este enlace se los puede seguir en la serie gradual de las formaciones. Los *goniatites*, de lóbulos angulosos y no dentados, pero casi siempre con el gollete del sifón dirigido hacia abajo, se asemejan aún mucho á los *nautilidos*, de los cuales descienden probablemente, y aparecen por primera vez en el terreno devónico. De ellos proceden los *ceratites*, característicos de la caliza conchífera (*muschelkalk*), con lóbulos dentados simples y sillan lisas, pero con el gollete del sifón dirigido hacia arriba. Siguen á éstos los *ammonites*, con lóbulos dentados todo alrededor y hendidos oblicuamente; los últimos están muy extendidos en la formación jurásica, y llegan hasta la creta, donde terminan por un grado de tipos sin espiral regular (*Scaphites*, *Hamites*, *Turrilites*) y con libre desarrollo de las vueltas de concha.

Entre los gasterópodos merece ser citada en primer término la *Valvata multiformis*, cuya concha se encuentra en gran abundancia

en la caliza de agua dulce de Steinheim. La concha completamente plana al principio como la de una planorbis, va elevándose á medida que se sube á capas superiores hasta terminar en forma de trompo, presentando diferencias tales que á no ser por la gran serie continua de formas intermedias, se las creería no sólo específicas si que también genéricamente distintas. Al paso que Quenstedt distinguía tres variedades principales, *planiformis*, *intermedia* y *trochiformis*, Hilgendorf (1) ha podido comprobar nada menos que diez y nueve variedades. Sandberger ha presentado la objeción de que las variedades no corresponden exactamente á zonas distintas, y más bien algunas aparecen en las mismas capas, de lo cual deduce que habrían existido simultáneamente al lado unas de otras y se habrían mezclado con especies distintas. Esta objeción ha sido refutada por Hilgendorf, quien considera como un hecho secundario la presencia común de ellas en la arena blanda. Quenstedt se ha adherido á esta manera de ver y sostiene la continuidad de la transición, que procede en lenta graduación de la forma primitiva del disco plano.

Las paludinas del terreno terciario de la Esclavonia nos ofrecen un ejemplo no menos notable de las transformaciones progresivas que puede experimentar una especie animal en el transcurso del tiempo, mediante innumerables variaciones apenas perceptibles. Neumayr (2) ha demostrado que se forman en la superficie aristas y carenas, y de transición en transición acaban por adquirir los caracteres que se atribuían antes al género *Tolutoma*. Desde la *Vivipara Neumayri* hasta la *Tolutoma Hornesi* pudo comprobar una serie no interrumpida de formas intermedias, representadas por las formas descritas con los nombres de *Suessi*, *pannonica*, *bifarcinata*, *stricturata*, *notha* y *ornata*. En las capas inferiores de paludinas se encuentra una forma completamente lisa, de contornos redondeados, *V. Neumayri*; las vueltas de espira se aplanan poco á poco y la concha toma una forma cónica (*V. Suessi*); las vueltas se disponen en forma de escalera (*V. pannonica*); en el centro aparece una depresión (*V. bifarcinata*); la depresión se ahonda, la parte supe-

(1) Hilgendorf: *Ueber Planorbis multiformis im Steinheimer Susswasseralk.* Monatsberichte der Berliner Akademie, 1866.

(2) M. Neumayr y C. M. Paul: *Die Congerien und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Ein Beitrag zur Descendenz-Theorie*, Viena, 1875.

rior de las vueltas presenta una carena estrecha en forma de rodete; la parte inferior toma una forma ventruda (*V. stricturata*); sobre el vientre inferior se forma otra carena (*V. notha*); las dos carenas se acentúan y suben hasta las primeras vueltas (*V. ornata*); por último, en la carena inferior aparecen tuberosidades dentadas (*V. Hornesi*).

Tienen mucha más importancia las relaciones de parentesco de los animales y plantas actuales con aquellos cuyos restos fósiles se conservan en las formaciones modernas. Hallamos especialmente en el terreno diluvial y en diferentes formaciones del terciario las formas originarias inmediatamente predecesoras de muchas especies actualmente vivas, y los caracteres faúnicos que hoy observamos en el mundo animal de varios continentes y regiones geográficas, se ven anticipados en los restos de sus antepasados sepultados en las capas de reciente formación.

Numerosos mamíferos fósiles del diluvio y de las más recientes formaciones terciarias (plioceno) del Sur de América pertenecen á los tipos tan esparcidos todavía en aquellas regiones, del orden de los desdentados. Los perezosos y armadillos de talla gigantesca (*Megatherium*, *Megalonyx*, *Glyptodon*) habitaban en otro tiempo el mismo continente, cuya fauna mamífera debe su carácter específico en nuestros días á la presencia de los perezosos, hormigueros y armadillos. Al lado de aquellas formas gigantes se encuentran en las cavernas de huesos del Brasil especies también extinguidas, de talla muy pequeña, tan semejantes á las actuales que podrían pasar por progenitoras de éstas. Esta ley de la sucesión de tipos iguales en las mismas comarcas es aplicable también á los mamíferos de Nueva Holanda, cuyas cavernas de huesos contienen numerosas especies de marsupiales muy semejantes á los que viven en la actualidad. Otro tanto sucede con los pájaros gigantes de Nueva Zelandia, y según lo han hecho ver Owen y otros naturalistas, con los mamíferos del antiguo mundo, que estaban entonces en comunicación con los de la América del Norte por el intermedio de las tierras circumpolares, por donde pudieron pasar tipos del terreno terciario del antiguo mundo á América, y viceversa. De igual manera podemos explicar la presencia de tipos de la América central (didelfos) en las formaciones terciarias, antiguas y medias, de Eu-

ropa. La división en provincias zoológicas es mucho más difícil respecto de la fauna de esta época que de la del período terciario más avanzado.

La semejanza de las formas antiguas con las especies actuales aparece mucho más pronto respecto de los animales inferiores que en los de organización más elevada. En el período de la creta se encuentran ya rizópodos, que no pueden distinguirse de las especies vivas (*Globigerinas*). Las investigaciones practicadas en el fondo del mar (1) han dado el interesante resultado de demostrar que ciertas esponjas, corales, equinodermos y moluscos que habitan en el fondo del mar, han existido ya en el período cretáceo. Un gran número de especies de moluscos aparecen en el período terciario, cuya fauna mamífera tiene un carácter completamente distinto de la actual. Los moluscos del terciario superior coinciden en la mayoría de sus especies con los que viven actualmente, al paso que los insectos de aquellas formaciones difieren todavía mucho.

En cambio los animales mamíferos difieren en parte en especies y en géneros hasta en las formaciones postpliocenas (diluviales), si bien se conserva en la época actual una serie de formas anterior á la época glacial. Por esta razón, y á causa de la relativa abundancia de los restos conservados en el período terciario, tiene particular interés hacer el estudio retrospectivo, partiendo de la fauna mamífera reciente hasta el período terciario más antiguo pasando por las formas pleistocenas. Respecto de los mamíferos, se podría llegar á demostrar el desarrollo genealógico de una serie de especies. Rutimeyer fué el primero que emprendió la tarea de trazar las líneas fundamentales del desarrollo paleontológico de los *ungulados* y principalmente de los *ruminantes*, y fundándose en detalladas comparaciones geológicas y anatómicas (dientes de leche) llegó á resultados que no permiten dudar de que series enteras de mamíferos actuales tienen entre sí y con las especies fósiles relaciones de consanguinidad directas ó colaterales. La tentativa de Rutimeyer ha

(1) En la profundidad del Océano, donde á pesar de la gran presión, de la escasez de luz y de la poca cantidad de gases contenidos en el agua, las condiciones para el desarrollo de la vida animal son mucho más favorables de lo que antes se creía, encontramos tipos de formaciones antiguas (*Rhizocrinus Lofotensis* - *Apocrinites*; *Pleurotomaria*, *Siphonia*, *Micraster*, *Pomocaris*, etc.)

sido confirmada en principio por los extensos trabajos posteriores de W. Kowalevsky, ampliados con el establecimiento de una clasificación natural, basada en la filogenia, de los ungulados.

Agregáronse á estos trabajos las recientes investigaciones de Marsh, que sobre la base de numerosos descubrimientos hechos en América (Wyoming, Green-River, White-River) ha completado la genealogía del género *Equus* (fig. 145). Al *Eohippus* del eoceno inferior, que tenía un rudimento de dedo interno en los pies anteriores, sigue el *Orohippus* eoceno, en el cual existía aún en los

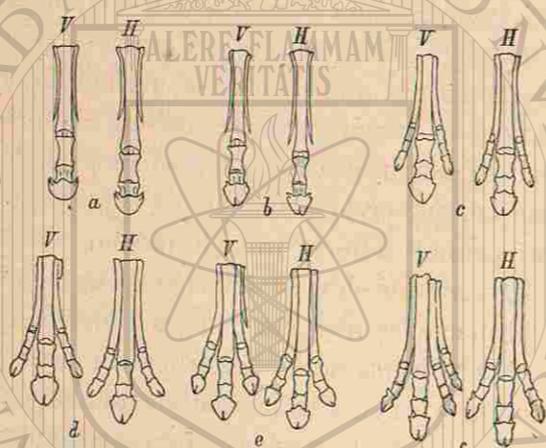


Fig. 145. -- Pie anterior (V) y posterior (H) de: a, caballo; b, *Pliohippus*; c, *Protohippus* (*Hipparion*); d, *Miohippus* (*Anchitherium*); e, *Mesohippus*; f, *Orohippus* (según Marsh).

miembros anteriores el dedo pequeño rudimentario al lado de los tres dedos principales, que tocaban al suelo; luego el *Miohippus* triungüte del mioceno inferior; sobre éste el *Protohippus* del plioceno inferior, y últimamente el *Pliohippus* del plioceno superior, que es la forma progenitora del género diluviano y actual, *Equus*.

(1) Véase O. C. Marsh: *Principal Characters of the Tillodontia*, *Amer. Journal of Sciences and Arts*, tomo XI, 1876; el mismo: *Principal Characters of the Dinocerata*, loc. cit., 1876; el mismo: *Principal Characters of the Brontotheriidae*, loc. cit., 1876.

un roedor, y molares á la manera de un *Palæotherium* y pies de cinco dedos, armados de fuertes garras. En la estructura del esqueleto concurrían particularidades de carnívoro y de ungulado. Los *dinocerados* (*Dinoceras laticeps*, *mirabile*) eran grandes ungulados con pies pentadáctilos y seis cuernos en la cabeza; sin dientes incisivos en el hueso intermaxilar y con caninos en el superior, que constituían fuertes defensas, y seis molares. Un tercer tipo, el de los *Brontotéridos*, llevaba cuernos transversales delante de los ojos y alcanzaba las dimensiones de un elefante. Además de los mencionados hay una serie de grupos de mamíferos extinguidos cuyos restos se encuentran en capas mucho más modernas, entre ellos los *megatéridos* sud-americanos (*Myloodon*, *Megatherium*) del orden de los desdentados, así como los *Toxodontos*, que por su cráneo y dientes tienen relación con los ungulados, los roedores y los desdentados. Hay otros muchos tipos, en particular de ungulados, que durante el período terciario vivían en ambos hemisferios y luego han desaparecido de América, conservándose hasta la época actual en los continentes orientales. Los elefantes y mastodontes, los rinoceridos y équidos existían allí en el período diluvial y no en el período contemporáneo. De los perisodáctilos se ha conservado en América exclusivamente el tapiro, que en el hemisferio oriental subsiste en las especies indo-orientales.

El terreno paleártico presenta también grupos intermedios extinguidos de mamíferos, de los cuales se hallan restos en el terreno terciario. En las fosforitas de Quercy (1), en el Sur de Francia, se encuentran restos de cráneo de lemurinos (*Adapis*), cuya dentadura resume la de los antiguos ungulados y lemurinos (*Pachylemura*), de modo que podría ser punto de discusión si los lemurinos y algunos ungulados eocenos (paquidermos) procedían de un origen común. En las mismas localidades aparecen notables restos óseos bien conservados de carnívoros especiales, los *Hyænodontos*, que dudosamente fueron considerados como marsupiales durante mucho tiempo hasta que Filhol indicó la probabilidad de que fuesen carnívoros placentarios, en vista de que los dientes de

(2) Véase H. Filhol: *Recherches sur les Phosphorites du Quercy, étude des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères*, *Ann. sciences géologiques*, tomo séptimo, 1876.

leche eran sustituidos por dientes permanentes. La gran semejanza de los dientes molares de este *Hyænodonto* con los de los marsupiales carnívoros, así como la exigua magnitud de la cavidad craneana y el desarrollo, relativamente escaso, del cerebro, vinieron en apoyo de la opinión, por otras razones tenida por probable, de que los mamíferos placentarios se habían desarrollado de los marsupiales durante el período mesozoico.

En las capas más antiguas del eoceno aparecen en ambos hemisferios los mamíferos placentarios superiores con su conformación completa y sus caracteres bien manifiestos (*Artiodactilos*, *Perrissodactilos*); pero no hay razón alguna para considerar el inmenso período que alcanza hasta el Keuper (margas irisadas), en que se han encontrado los restos más antiguos de mamíferos



Fig. 146. - *Pterodactylus elegans*, según Zittel.

(dientes y huesos de marsupiales insectívoros), como la época en que se haya realizado ese elevado desarrollo de los seres mamíferos, puesto que hasta hoy sólo conocemos escasísimos restos de ellos en aquel período (Jura, Inglaterra).

En otros grupos nos ha mostrado la paleontología formas intermedias hasta entre órdenes y clases. Los *Labyrinthodontos*, los más antiguos de los modelos que aparecen en la formación carbonífera, presentan muchos caracteres de los peces (placas óseas del tórax) unidos á caracteres de los reptiles y con esqueleto cartilaginoso. Muchos grupos de saurios fósiles corresponden á órdenes y subórdenes (*Halosaurios*, *Dinosaurios*, *Pterodactilos*) (fig. 146), de los cuales no se conserva representante alguno en la época actual; otros su-

ministran formas de transición á órdenes actuales, como se ha comprobado recientemente con los lagartos *pitonomorfos* (afines al

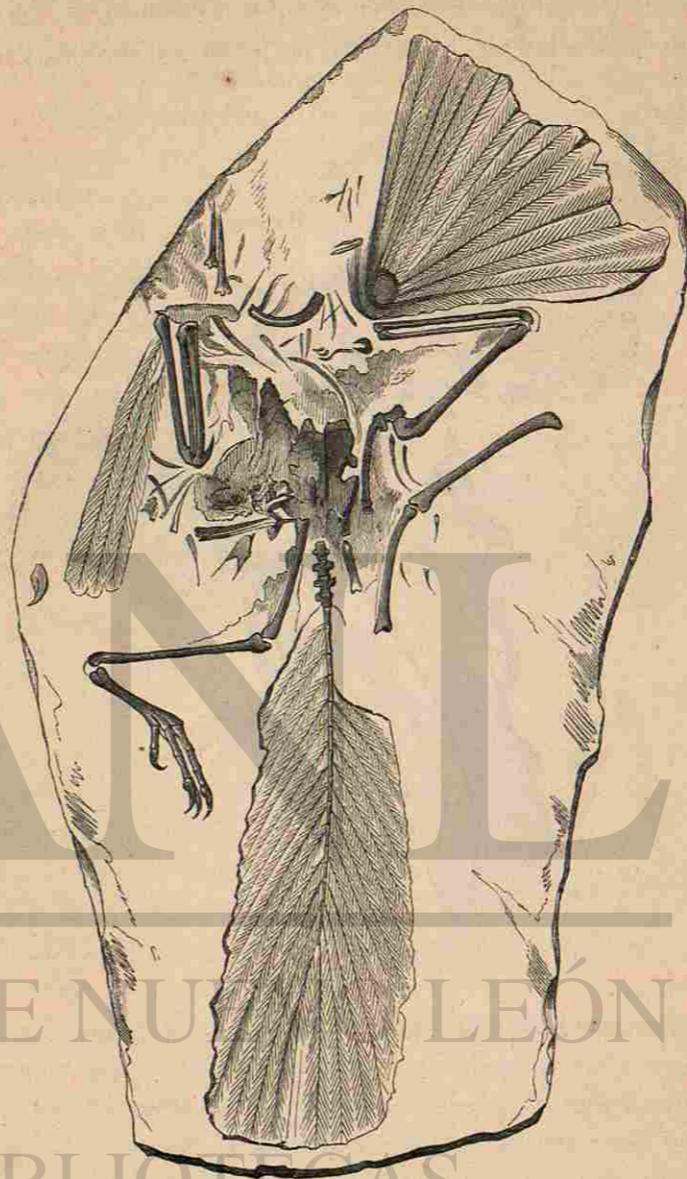


Fig. 147. - *Archaeopteryx lithographica* (ejemplar del Museo Británico).

género *Mosasaurus*) del terreno cretáceo de América, que por la forma del cráneo y de las mandíbulas es un tránsito á las culebras. Según las investigaciones de Owen sobre los reptiles fósiles del

Cabo, vivían en otro tiempo en estas comarcas unos reptiles (*The-riodontos*) que por la conformación de los pies y de los dientes se aproximaban notablemente á los mamíferos carnívoros. Sus dientes, si bien de una sola raíz, se dividen en incisivos, caninos y molares,



Fig. 148. - *Archaeopteryx lithographica* (ejemplar del Museo mineralógico de Berlín).

y dan lugar á pensar que la dentadura de los marsupiales más antiguos que hasta ahora se conocen (Keuper), deriva de la dentadura de reptiles semejantes á los teriodontos.

Hasta respecto de la clase tan claramente deslindada y tan uniformemente conformada de los pájaros se ha descubierto en una impresión incompleta de los esquistos de Sohlenhofner una forma de transición á los reptiles en el *Archaeopteryx lithographica* (figu-

ra 147), que en lugar de la cola corta de los pájaros, tiene una cola larga de reptil compuesta de muchas vértebras (veinte), con dos filas de plumas rectrices (*Saururæ*), y tanto por la división de la columna vertebral como por la estructura de la pelvis se asemeja á un pterodáctilo. El descubrimiento de un segundo ejemplar completo de *Archaeopteryx* (fig. 148) ha dado á conocer la dentadura de este animal, que tiene dientes puntiagudos enclavados en las mandíbulas. Además se han descubier- to en la creta tipos de pájaros americanos que difieren entre sí y de los saururos mucho más que los pájaros actuales de un orden cualquiera. Estos animales, descritos por Marsh con el nombre de *Odontornithes* (1), formando con ellos una subclase, tenían dientes en sus mandíbulas prolongadas en forma de pico. Los unos (orden de los

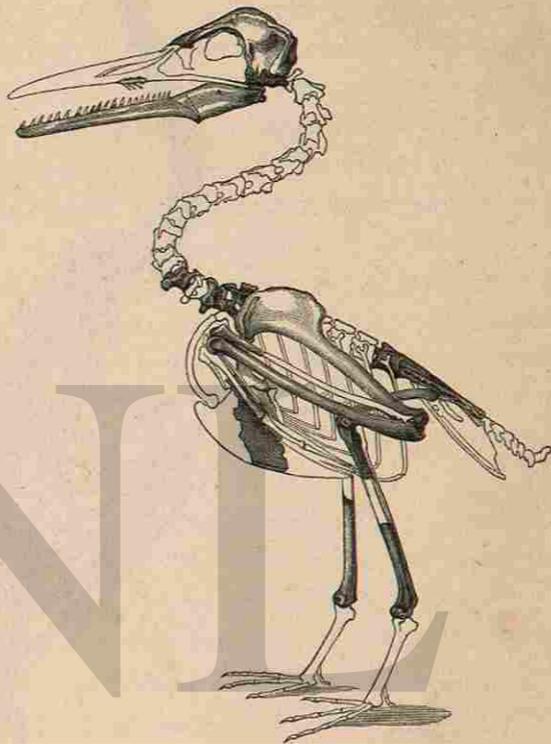


Fig. 149. - *Ichthyornis dispar*, según Marsh (restaurado).

Ichthyornithes, figura 149) tienen las vértebras bicóncavas, una cresta esternal y alas completamente desarrolladas; los otros (*Odontolæ*), con dientes en alvéolos y vértebras normales, sin cresta esternal y con alas rudimentarias, eran ineptos para el vuelo (*Hesperornis*, *Lestornis*, figura 150).

Posiblemente se llegará más tarde, merced al descubrimiento

(1) O. C. Marsh: *Odontornithes*. A. Monograph of the extinct toothed birds of North-America, New-Hawen, 1880.

de nuevos tipos, á establecer la unión con los *dinosaurios* (*Compsog-*



Fig. 150. — *Hesperornis*, según Marsh.

nathus), que en la pelvis y los pies tienen grandes relaciones de conformación con estas mismas partes de los pájaros.

Comparando, desde las formaciones más antiguas, las poblaciones animales y vegetales de los períodos sucesivos de la formación de la tierra, se hace patente, á medida que nos vamos acercando á la flora y fauna actual, un progreso constante, en general, de formas inferiores á otras más superiores. Las formaciones más antiguas de la época arcaica, cuyas rocas se encuentran en su mayor parte en estado metamórfico y por su increíble potencia han necesitado un espacio inmenso de tiempo para su formación, no contienen resto alguno que pueda ser considerado con certeza como fósil, por más que la existencia del *gneis bituminoso* indica la presencia de cuerpos orgánicos en aquellas formaciones. *El mundo orgánico, muy rico sin duda, de los períodos más antiguos pereció, sin dejar otros vestigios que las capas de grafito de los esquistos cristalinos.* En las primitivas y extensísimas capas de la época paleozoica no tiene el mundo vegetal otros representantes que criptógamas, especialmente algas, que formaban frondosas y variadas florestas en el fondo del mar. Numerosos animales marinos de muy diversos grupos, zoófitos, moluscos, braquiópodos, crustáceos (*Trilobites*, *Hymenocaris*, análogos á los *Leptostracos*) y peces de formas acorazadas, correspondientes á grados inferiores de organización (*Cephalaspidos*), habitaban los mares calientes de la época primaria. Entre los habitantes terrestres encontramos ya en el siluriano insectos y escorpiónidos; el número de sus restos aumenta en el terreno carbonífero, donde encontramos además anfibios (*Apatheon*, *Archegosaurus*) con cuerda dorsal y esqueleto cartilaginoso; en las formaciones del Dyas aparecen los reptiles en forma de grandes lagartos (*Proterosaurus*), dominando siempre los peces, pero exclusivamente peces cartilaginosos y ganoideos con cuerda dorsal, y entre los vegetales las criptógamas vasculares (helechos arborescentes, lepidodendros, calamites, sigillarias, estigmarias).

En el período secundario, los lagartos, entre los vertebrados, y las coníferas y cicadeas, que ya habían aparecido en el período carbonífero, adquieren tal predominio, que se ha podido llamar con razón á este período, el período de los saurios y de las gimnospermas. Entre los primeros son completamente característicos del período secundario las especies colosales de los dinosaurios, hallados en la tierra, de los lagartos voladores ó pterodáctilos, y los dragones ma-

rinos ó halosaurios, con sus géneros más conocidos *Ichthyosaurus* y *Plesiosaurus*. Aunque en escaso número se encuentran ya mamíferos tanto en las capas más superiores del Triás como en el Jura, pertenecientes exclusivamente á los grados ínfimos de organización de los marsupiales. Las plantas fanerógamas aparecen por primera vez en la creta, que contiene también los restos más antiguos de peces decididamente óseos.

En el período terciario adquieren tan predominante desarrollo las plantas fanerógamas y los animales mamíferos, entre los cuales tiene su representación el orden elevado de los monos, que se puede dar á este período el nombre de período de los bosques de angiospermas y de los mamíferos. En las capas terciarias se acentúa gradualmente la semejanza con los animales y las plantas actuales. Al par que muchos animales y plantas inferiores son idénticos á los actuales no sólo en el género sí que también en la especie, las especies y géneros de animales superiores presentan una gran semejanza con los de la época actual. A medida que se avanza al período diluviano y al moderno aumentan en número y extensión los tipos elevados de las plantas fanerógamas, y se nos presentan en todos los órdenes de mamíferos especies que se van diferenciando cada vez más detalladamente en todos sentidos y aparecen, por consecuencia, más perfeccionadas. En el diluvio hallamos por fin vestigios de la existencia del hombre, cuya historia y civilización llena el último período de la época moderna, tan pequeño relativamente.

A pesar de lo incompleto de los documentos geológicos, basta el material que ellos nos suministran para lograr la prueba de un desarrollo progresivo desde los grados inferiores de organización hasta los más elevados, y para confirmar la ley del perfeccionamiento progresivo en la sucesión cronológica de los grupos. En el curso de este progreso sólo nos es dado abarcar un período muy pequeño, porque el mundo orgánico de las épocas más antiguas y más extensas ha desaparecido sin dejar rastro en los archivos geológicos.

SIGNIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución geográfica de los animales y plantas presenta condiciones muy complicadas y á menudo muy difíciles de comprender. Nuestros conocimientos en este asunto son demasiado limitados para que podamos establecer leyes generales. Estamos muy lejos aún de poder abordar la empresa, difícilmente realizable, de trazar un cuadro completo de la distribución de los animales sobre la superficie de la tierra, y tenemos que confesar ante todo nuestra ignorancia sobre todas las consecuencias de las variaciones de nivel y de clima que en época reciente han sufrido diferentes comarcas, y sobre las numerosas y extensas emigraciones que han realizado los animales y las plantas, ayudados por los más diversos medios de transporte.

La actual distribución de las plantas y animales sobre la superficie de la tierra es, sin duda, el resultado combinado de la distribución primitiva de sus antepasados y de las transformaciones geológicas ocurridas posteriormente en la superficie de la tierra, como los múltiples cambios de los mares y continentes, que no han podido dejar de ejercer influencia en la fauna y en la flora. La geografía zoológica y botánica (1) está, por consiguiente, íntimamente encadenada con aquella parte de la zoología que tiene por objeto el estudio de los fenómenos ocurridos recientemente en la conformación de la corteza terrestre y en el contenido de ella, y no puede limitarse á fijar los recintos de distribución de los seres animales y vegetales actualmente vivos, sino que necesita tener en cuenta la distribución de los restos fósiles encerrados en las formaciones modernas, que son los parientes más próximos y los predecesores del mundo orgánico actual. La presencia de tipos comunes ó semejantes (tipos representativos ó sustitutivos de Buffon) entre Norte-América y el continente paleártico, y por otra parte entre

(1) P. L. Scater: *Ueber den gegenwertigen Stand unserer Kenntniss der geographischen Zoologie*, Erlangen, 1876; A. R. Wallace: *Die geographische Verbreitung der Thiere*, übersetzt von A. B. Meyer, 1876; del mismo autor: *Island life or the phenomena and causes of Insular Faunas and Floras, including a revision and attempted solution of the problem of Geological Climates*, Londres, 1880.

rinos ó halosaurios, con sus géneros más conocidos *Ichthyosaurus* y *Plesiosaurus*. Aunque en escaso número se encuentran ya mamíferos tanto en las capas más superiores del Triás como en el Jura, pertenecientes exclusivamente á los grados ínfimos de organización de los marsupiales. Las plantas fanerógamas aparecen por primera vez en la creta, que contiene también los restos más antiguos de peces decididamente óseos.

En el período terciario adquieren tan predominante desarrollo las plantas fanerógamas y los animales mamíferos, entre los cuales tiene su representación el orden elevado de los monos, que se puede dar á este período el nombre de período de los bosques de angiospermias y de los mamíferos. En las capas terciarias se acentúa gradualmente la semejanza con los animales y las plantas actuales. Al par que muchos animales y plantas inferiores son idénticos á los actuales no sólo en el género sí que también en la especie, las especies y géneros de animales superiores presentan una gran semejanza con los de la época actual. A medida que se avanza al período diluviano y al moderno aumentan en número y extensión los tipos elevados de las plantas fanerógamas, y se nos presentan en todos los órdenes de mamíferos especies que se van diferenciando cada vez más detalladamente en todos sentidos y aparecen, por consecuencia, más perfeccionadas. En el diluvio hallamos por fin vestigios de la existencia del hombre, cuya historia y civilización llena el último período de la época moderna, tan pequeño relativamente.

A pesar de lo incompleto de los documentos geológicos, basta el material que ellos nos suministran para lograr la prueba de un desarrollo progresivo desde los grados inferiores de organización hasta los más elevados, y para confirmar la ley del perfeccionamiento progresivo en la sucesión cronológica de los grupos. En el curso de este progreso sólo nos es dado abarcar un período muy pequeño, porque el mundo orgánico de las épocas más antiguas y más extensas ha desaparecido sin dejar rastro en los archivos geológicos.

SIGNIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución geográfica de los animales y plantas presenta condiciones muy complicadas y á menudo muy difíciles de comprender. Nuestros conocimientos en este asunto son demasiado limitados para que podamos establecer leyes generales. Estamos muy lejos aún de poder abordar la empresa, difícilmente realizable, de trazar un cuadro completo de la distribución de los animales sobre la superficie de la tierra, y tenemos que confesar ante todo nuestra ignorancia sobre todas las consecuencias de las variaciones de nivel y de clima que en época reciente han sufrido diferentes comarcas, y sobre las numerosas y extensas emigraciones que han realizado los animales y las plantas, ayudados por los más diversos medios de transporte.

La actual distribución de las plantas y animales sobre la superficie de la tierra es, sin duda, el resultado combinado de la distribución primitiva de sus antepasados y de las transformaciones geológicas ocurridas posteriormente en la superficie de la tierra, como los múltiples cambios de los mares y continentes, que no han podido dejar de ejercer influencia en la fauna y en la flora. La geografía zoológica y botánica (1) está, por consiguiente, íntimamente encadenada con aquella parte de la zoología que tiene por objeto el estudio de los fenómenos ocurridos recientemente en la conformación de la corteza terrestre y en el contenido de ella, y no puede limitarse á fijar los recintos de distribución de los seres animales y vegetales actualmente vivos, sino que necesita tener en cuenta la distribución de los restos fósiles encerrados en las formaciones modernas, que son los parientes más próximos y los predecesores del mundo orgánico actual. La presencia de tipos comunes ó semejantes (tipos representativos ó sustitutivos de Buffon) entre Norte-América y el continente paleártico, y por otra parte entre

(1) P. L. Scater: *Ueber den gegenwertigen Stand unserer Kenntniss der geographischen Zoologie*, Erlangen, 1876; A. R. Wallace: *Die geographische Verbreitung der Thiere*, übersetzt von A. B. Meyer, 1876; del mismo autor: *Island life or the phenomena and causes of Insular Faunas and Floras, including a revision and attempted solution of the problem of Geological Climates*, Londres, 1880.

Sud-América, Africa y Australia, nos indica la existencia anterior de un puente circumpolar del Norte, así como según Rutimeyer es de presumir la existencia aunque muy remota de un continente meridional del que sólo subsiste la Australia, que debió ser el punto de partida de los estrutioides, ineptos para el vuelo, de los pájaros gigantes ya extinguidos (de Madagascar y Nueva Zelandia) y de los desdentados (*Manis*, Sur de Asia; *Orycteropus*, Africa; relaciones entre las floras de Australia, el Cabo y Tierra del Fuego). Se pueden mencionar como habitantes comunes del Norte de ambos continentes la zorra blanca, el glotón y el oso, el lobo y el linco, la marmota y la liebre de los Alpes, el reno, el ciervo y el bisonte, y en tiempos antiguos el caballo, el mamut, etc. Por más que en el sentido científico la geografía zoológica está aún en sus comienzos, hay muchos hechos positivos de distribución geográfica que están en consonancia con la teoría transformista. Esta rama tiene por objeto poner en armonía la distribución horizontal de los seres orgánicos con su sucesión vertical ó geológica y deducir la explicación de los cambios territoriales.

Es un primer hecho de gran importancia que las condiciones físicas y químicas no son suficientes por sí solas para explicar la semejanza ni la diferencia de los habitantes de distintas comarcas. Especies vegetales y animales muy afines viven en medio de condiciones extremadamente distintas, al paso que bajo iguales ó muy análogas condiciones de clima y de suelo pueden vivir poblaciones enteramente heterogéneas. En cambio, el grado de diversidad está en estrecha relación con la amplitud del espacio y con las barreras y obstáculos que dificultan la libre emigración. El antiguo y el nuevo mundo, excepción hecha de las comarcas polares, que están completamente separadas, tienen una fauna y una flora en parte muy distintas, por más que haya entre ambas un paralelismo de condiciones climatéricas y físicas que debería favorecer de igual manera el desarrollo de una misma especie. Si comparamos, por ejemplo, extensiones de país de la América del Sur con otras de igual clima del Africa meridional y de la Australia, encontraremos tres faunas notablemente distintas, al paso que los animales de la América del Sur son mucho más afines entre sí en distintas latitudes y con condiciones de vida completamente diferentes. En este último

país, desde Norte á Sur, los grupos orgánicos difieren en la especie, pero pertenecen á géneros idénticos ó muy afines, y á grupos esparcidos por el Sud-América desde la época del diluvio y del último período terciario. Las llanuras del estrecho de Magallanes, dice Darwin, están habitadas por una especie de avestruz americano (nandú, *Rhea americana*), y en el Norte de las llanuras del Plata vive otra especie del mismo género y no existe ningún verdadero avestruz (*Struthio*) ni ningún emu (*Dromæus*), que viven á iguales latitudes en Africa y en Nueva Holanda. En las mismas llanuras del Plata se encuentra el aguti (*Dasyprocta*) y el viscacha (*Lagostomus*), dos roedores que tienen el mismo género de vida de nuestras liebres y conejos, y corresponden á igual especie que éstos, pero formando un tipo de organización puramente americano. Si ascendemos á las elevadas cumbres de las cordilleras encontramos el viscacha de las montañas (*Lagidium*), y si inspeccionamos las aguas, encontramos otros dos tipos sud-americanos, el coypú (*Myopotamus*) y el capibara (*Hydrochaeris*), en lugar del castor y la rata moscada.

Por el sello general de sus habitantes de tierra y agua dulce se puede dividir la superficie del globo en seis ú ocho regiones, que no pueden darse más que como una expresión relativa respecto de los grandes recintos naturales de distribución, porque no se puede aplicar de igual manera á todos los grupos zoológicos, y difieren en el mismo grado y en las mismas direcciones. Necesariamente ha de haber grados intermedios, que tienen á la vez caracteres de regiones vecinas y particularidades especiales, y á veces pueden llegar á ser consideradas como regiones independientes.

Corresponde á Sclater el mérito de haber establecido sobre bases naturales la división de grandes territorios con sus pequeñas subdivisiones; apoyado en la distribución de los pájaros, fijó seis regiones, cuyos confines limitan bastante aproximadamente la distribución de la fauna mamífera y reptil.

1.^a Región *paleártica*: comprende Europa, Asia Menor y Norte de Africa hasta el Atlas.

2.^a Región *neoártica*: Groelandia y Norte América hasta el Norte de Méjico.

3.^a Región *etiópica*: Africa al Sur del Atlas, Madagascar é islas Mascareñas.

4.^a Región *índica*: Indias al Sur del Himalaya hasta la China meridional, Borneo y Java.

5.^a Región *australiana*: Australia é islas del Pacífico, las Molucas occidentales hasta Lombok inclusive.

6.^a Región *neotropical*: Sur de América, las Antillas y Sur de Méjico.

Otros naturalistas (Huxley) han indicado que las cuatro primeras regiones tienen entre sí mucho mayores analogías que cualquiera de ellas con la australiana ó la neotropical, y que la Nueva Zelanda tiene derecho por las particularidades de su fauna á constituir una región independiente al lado de las dos últimas, y finalmente que se debía reconocer una región *circumpolar* (1) de igual categoría que la paleártica y la neoártica.

Wallace se pronuncia contra la admisión de una región neozelándica y de otra circumpolar, y adopta por razones prácticas las seis regiones de Sclater, en el bien entendido de que no todas tienen la misma categoría, puesto que la sud-americana y la australiana son mucho más aisladas que las demás.

Las barreras de las diferentes regiones están constituidas por extensos mares, altas cadenas de montañas ó desiertos arenosos de gran extensión, y como es fácil comprender no son vallas de eficacia absoluta para todas las especies orgánicas, sino que permiten el tránsito de algún grupo de una comarca á otra. Los obstáculos á la emigración é inmigración nos parecen hoy insuperables, pero en tiempos antiguos, con otras condiciones de distribución de los mares y los continentes, serían más fáciles de traspasar para algunos seres vivos. Respecto de algunas de estas barreras se puede asegurar con certeza que no existían en épocas antiguas; continen-

(1) Andrés Murray, en su obra sobre la repartición geográfica de los mamíferos, 1866, sólo admite cuatro regiones: paleártica, indo-africana, australiana y americana; al paso que Rutimeyer agrega á las seis de Sclater, la circumpolar y la mediterránea. Por último Allen (*Bulletin of the Museum of comparative Zoologie*, Cambridge, dos tomos), en concordancia con la ley de la distribución circumpolar de la vida en zonas, admite ocho reinos: 1.º, ártico; 2.º, septentrional templado; 3.º, americano tropical; 4.º, indo-africano tropical; 5.º, sud-americano tropical; 6.º, africano templado; 7.º, antártico, y 8.º, australiano.

tes separados hoy por el mar, estarían en inmediata continuidad (Norte de Africa y Sur de Europa); algunas islas actuales formarían parte de los continentes próximos (Inglaterra, islas Feroe, Islandia, Groelandia), y comarcas que en la actualidad corresponden á un mismo continente estarían separadas por vastas extensiones de mar (Norte de Africa y Africa tropical). Pero según Wallace debe ser rechazada la hipótesis de que los continentes se hubieran sumergido en antiguos tiempos y en el lugar de los mares hubieran existido continentes; más bien los mares han experimentado en el transcurso del tiempo cambios de nivel, á consecuencia de los cuales los continentes se han convertido en archipiélagos y han sufrido cambios los mares que separan á los continentes.

Respecto de la propagación de los mamíferos terrestres se ha visto comprobado que los grupos de especies que caracterizan determinados territorios son, en su diversidad, proporcionados á los grados de separación local. Conocidas son las divergencias entre los monos del antiguo y nuevo mundo, representados en las clasificaciones en los subórdenes de catirinos y platirinos. Entre los primeros están los *colobus* africanos y los *semnopitecos* del Sur de Asia, especies muy afines y en cierto modo formas representativas unas de otras. Las distintas especies de *semnopitecos* están esparcidas en puntos localmente separados, próximos entre sí y separados por pequeñas barreras, puesto que una especie, por ejemplo el budeng, vive en Java, otra, *S. nasicus*, en Borneo, una tercera, *S. entellus*, en la India y Ceilán, y el *S. namæus* en Cochinchina. De los antropomorfos pertenecen al Africa las formas doliocéfalas con trece pares de costillas, al paso que los braquiocéfalos, caracterizados por tener sólo once ó doce pares de costillas, orangutanes, son asiáticos, y constituyen especies ó variedades distintas según que viven en Sumatra ó en Borneo. El orden de los avestruces está repartido en tipos notablemente distintos en tres partes del mundo. Los casuarios y emus de Nueva Holanda tienen más afinidad entre sí que con el avestruz africano de dos dedos y el nandus americano. De los emus, el *Dromæus Novæ Hollandiæ* habita la Australia oriental y el *D. irroratus* la occidental, é igualmente tiene su residencia propia cada una de las especies conocidas de casuarios; el *C. australis* las costas del Norte; el *C. Benetti*, Nueva Bretaña; el *C. Kau-*

pui, Nueva Guinea; el *C. galeatus*, Ceram (Molucas). Hay con toda una serie de casos excepcionales: comarcas separadas por largas distancias, como por ejemplo el Japón é Inglaterra, presentan pocas diferencias en su fauna, al paso que comarcas relativamente próximas, como Africa y Madagascar, Australia y Nueva Zelandia, las islas de Lombok y Bali, tienen faunas y floras extremadamente distintas. Estos hechos singulares sólo podemos explicarlos por los cambios que en períodos más ó menos remotos ha sufrido la conformación de la tierra.

Estas mismas leyes se repiten en la distribución de los habitantes de los mares. Una parte de las barreras que atajan á los animales terrestres, como los grandes mares insulares, puede ser, en el caso que ahora nos ocupa, una circunstancia favorable á la propagación, al paso que, por la inversa, las grandes extensiones de terreno firme que favorecen la propagación de los animales terrestres constituyen vallas insuperables para los habitantes de los mares. Hay, no obstante, un gran número de animales marítimos que buscan las aguas superficiales próximas á las costas, y por esta causa coinciden en su propagación con los animales terrestres, y en cambio presentan grandes diferencias en las costas opuestas de los continentes extensos. Los animales marítimos, por ejemplo, de las costas oriental y occidental de la América del Sur y de la América central, difieren tan considerablemente que, prescindiendo de un número de peces que, según Gunther, se presentan en los dos lados del istmo de Panamá, hay pocas especies comunes á una y otra costa. Igualmente encontramos en las islas orientales del Pacífico una fauna completamente distinta de la de la occidental de la América del Sur. Si de las islas orientales del Pacífico avanzamos hacia Occidente hasta dar la vuelta á un hemisferio y llegar á las costas de Africa, no encontraremos en tan vasta extensión faunas bien definidas y distintas. Muchas especies de peces llegan desde el mar Pacífico hasta el Índico; gran número de moluscos de las islas del Pacífico corresponden también á la costa oriental del Africa, eu meridianos casi diametralmente opuestos. En este caso no son insuperables las barreras, porque numerosas islas y costas ofrecen á los emigrantes marítimos lugares de descanso.

Según el punto especial de residencia de los habitantes del mar

se les distingue en *animales del litoral* (1), que viven cerca de las costas, aunque en condiciones variables y á distintas profundidades, y animales *pelagianos*, que nadan en la superficie de los mares. A considerables profundidades y cerca del fondo del mar existe una fauna numerosa y variada de la que no se tenía conocimiento hasta que recientemente lo han proporcionado las expediciones que han salido de Escandinavia, del Norte-América é Inglaterra con objeto de hacer exploraciones en el fondo de los mares. Los conocimientos adquiridos en estas investigaciones permiten dividir el mar en las siguientes zonas: 1.^a una zona superficial, pelágica, que en la inmediación de las costas resume las faunas litoral y laminar de Forbes; 2.^a una zona más profunda, subpelágica, donde alcanza aún la influencia de la luz, zona iluminada (de 150 á 200 brazas de profundidad); 3.^a una zona tenebrosa que al par que de luz y de vegetación es pobre de oxígeno y rica en cambio de ácido carbónico, y en la cual está relativamente estancado el cambio en sentido vertical; 4.^a una zona abysicca de profundidad variable, con los habitantes del fondo del mar. En vez de la falta de vida animal, presumida *a priori*, encuentran condiciones de existencia en las más considerables profundidades un gran número de animales inferiores de los más distintos grupos. Además de animales sarcódicos, de los que viven preferentemente en el fondo del mar, como foraminíferos (globigerinos) y radiolarios (en el centro del Pacífico, á cerca de 3,000 brazas de profundidad), se han encontrado esponjas siliáceas (hexactinélidos), actinias y corales; algunas medusas y sifonóforos, equinodermos (*Elpidia*, *Asthenosoma*, *Pourtalesia*, *Brisiniga*, *Archaster*, *Pentacrinus*, etc.) y crustáceos (2), estos últimos

(1) E. Forbes divide en cuatro capas ó zonas el punto de residencia de los animales marinos; procediendo de arriba abajo son estas zonas: 1.^a, la zona *litoral* entre los límites de la marea alta y los de la baja, rica en algas; 2.^a, la zona de las *laminarias*, desde la marea baja hasta 15 brazas de profundidad; en ella se hallan esparcidas las fucáceas pardas y varias florídeas de diversos colores; 3.^a, la zona de las *coralíneas*, hasta cerca de 50 brazas de profundidad, caracterizada por la presencia de algas calcáreas y nulíporas; 4.^a, la zona *profunda*, de 50 brazas para abajo, hasta el fondo, donde según la opinión errónea de Forbes es la vida imposible ó poco menos.

(2) Véase Wyville Thomson: *The depths of the sea. An account of the general results of the dredgings cruises of the Procupine and Lightning during the summers 1868, 1869 y 1870*, Londres, 1873; además: *The voyage of the Challenger*, Londres, 1877; así como A. Agassiz: *Three cruises of the U. S. coast and geodetic survey Steamer*

representados por sus tipos inferiores, pero de talla gigantesca y frecuentemente ciegos. Los lamelibranquios y gasterópodos sólo aparecen en formas aisladas, en razón de la escasez de sales calcáreas en las profundidades algo considerables. Otro tanto puede decirse de los cefalópodos; sólo aparecen algunas especies (*Chroteuthis lacertosa*) á profundidades de 1,000 á 3,000 brazas, sin que sobre ellos hayan ejercido influencia transformativa las condiciones biológicas de la profundidad del mar. En cambio los peces no sólo figuran con abundante contingente entre los habitantes del fondo del mar, sino que presentan interesantes y admirables modificaciones de conformación, debidas á la adaptación á las condiciones de su residencia (*Sternoptix*, *Stomias*, *Halosaurus*, *Astronesthes*, *Ignops*, *Melanocetus*, *Saccopharynx*). Como en los crustáceos, están en los peces de las profundidades del mar los ojos anormalmente ampliados ó considerablemente reducidos, llegando á haber especies completamente ciegas (*Ignops Murrayi*). En los peces con vista se encuentran á menudo órganos luminosos en la inmediación de los ojos ó colocados en las líneas laterales, y mediante ellos iluminan el ámbito que les rodea y hacen posible el uso de los órganos de la visión. Otros sentidos aparecen singularmente desarrollados, especialmente el del tacto, multiplicado por largos filamentos.

Con la uniformidad que domina en las condiciones biológicas del fondo del mar, como la temperatura baja, el poco movimiento y la falta de luz, coincide la gran semejanza de la fauna submarina de los mares Artico, Atlántico y Pacífico. Como en la obscuridad absoluta no se puede formar clorofila, y por lo tanto cesa á profundidades relativamente pequeñas la vida vegetal que produce la substancia orgánica indispensable para el sostenimiento de la nutrición animal, es necesario que exista un activo comercio entre los animales de la superficie y los que habitan en las profundidades, á través de las zonas intermedias, y que el material necesario para el alimento y conservación de la fauna submarina sea en última instancia suministrado por los organismos que viven bajo la influencia de la luz. Por esta sola razón tendría pocos visos de probabili-

Blake, Londres, 1888; E. Perrier: *Les explorations sousmarins*, París, 1886; C. Chun: *Die pelagische Thierwelt in grossen Meerestiefen. Biblioth. zool., Heft I*, Cassel, 1888; W. Marshall: *Die Tiefsee und ihr Leben*, Leipzig, 1888.

dad la teoría que supone que mar adentro no se deben encontrar animales nadadores á una profundidad de 150 á 200 brazas, y que los habitantes del fondo del mar deben estar separados de los pelágicos por capas azoicas de agua de espesor muy considerable. En todo caso, los restos de plantas marinas muertas, como algas, helechos, etc., descienden en grandes cantidades (sargazos) al fondo del mar, y juntamente con los protofitos (Plankton) arrastrados por la corriente con el limo del fondo, suministran alimento á otros organismos; pero los restos de animales y vegetales muertos llegados de esta manera al fondo, no pueden ser el único material nutritivo que sostenga el desarrollo y conservación de la fecundísima fauna submarina. Realmente han demostrado modernas observaciones (C. Chun) que, al menos en el Mediterráneo, á una profundidad de unas 800 brazas existe una variada fauna pelágica submarina, y es muy probable que, no sólo en las costas, sino á larga distancia de ellas, haya emigraciones de animales pelágicos en dirección vertical hacia el fondo del mar. Además se ha demostrado que muchas especies pelágicas suben y bajan periódicamente, descendiendo al fondo al empezar el verano muchos animales que viven en la superficie, para volver á subir á la superficie cuando viene la estación fría. Por último, muchos de los que viven en la superficie se propagan hacia abajo á profundidades considerables.

La hipótesis de que los habitantes de las profundidades del mar hayan podido formarse independientemente en el fondo del océano, está refutada como errónea por una multitud de razones. La presencia de ojos, siquiera sea en diferentes grados de regresión hasta la desaparición completa (como en los habitantes de las grutas subterráneas), ya demuestra que deben ser consideradas como suelo matriz para el desarrollo y formación de la vida animal las zonas superficiales del mar accesibles á los rayos luminosos, y que la población de las profundidades del mar procede de las costas ó de zonas superficiales de mar adentro. Como argumento decisivo, en consonancia con el anterior, puede aducirse la necesidad para el desarrollo y conservación del mundo animal, de la vida vegetal, que sólo se sostiene bajo la influencia de la luz. Cuando es exuberante en exceso la reproducción por las buenas condiciones

que la zona brinda á la vida animal, puede contribuir la fauna submarina á aumentar y enriquecer la de la superficie.

Entre los hechos difíciles de explicar de la distribución geográfica, ocupa lugar preeminente el *cosmopolitismo*. Hay una serie de animales y plantas que se esparce por todas las partes del mundo; otras corresponden á regiones distintas, al parecer separadas por vallas insuperables, y se presentan en los puntos más alejados de ellas. Pueden explicarse estos hechos por la extraordinaria multiplicidad de medios de transporte que han podido favorecer la dispersión de formas fácilmente movibles, así como por los cambios geográficos y climáticos, y por los movimientos de los mares y de los continentes, que han ocurrido indudablemente en los períodos geológicos modernos y en los precedentes.

La presencia de especies animales y vegetales en altas montañas separadas por extensas llanuras; la identidad de las especies habitantes en el extremo Norte con las de la región de las nieves perpetuas de los Alpes y de los Pirineos; la semejanza y á veces la igualdad de especies vegetales en el Labrador y en las montañas Blancas de los Estados Unidos, por una parte, y en las más altas montañas de Europa por otra, parece á primera vista que corroboran la antigua teoría que sostenía la posibilidad de que las mismas especies fuesen creadas independientemente en varios puntos (centros de creación), al paso que las teorías de la selección y de la transmutación suponen que cada especie sólo puede tener su origen en un punto (1) y que los individuos de ella por separados que vivan se han de haber diseminado por emigración del lugar primitivo (centro de dispersión) (2). Estos hechos tienen, sin embargo, explicación satisfactoria en los estados climáticos de un período geológico muy reciente durante el cual dominaba en el Norte-América y en la Europa central un clima ártico (período glacial), y rellenaban los valles de las altas montañas ventisqueros de vasta extensión. En este período se desarrollaría en el centro de Europa

(1) Esta consecuencia, á menudo mal interpretada, del transformismo no está en manera alguna en contradicción con el hecho de que órganos que ejercen iguales funciones (tráqueas, ojos) puedan tener diverso origen (desarrollo convergente).

(2) Véase Rutimeyer: *Ueber die Herkunft unserer Thierwelt*, Basilea y Ginebra, 1867.

hasta el Sur de los Alpes y Pirineos una fauna y una flora árticas que habían de ser necesariamente iguales á la de Norte-América, porque procedían una y otra de la emigración de las mismas poblaciones polares (reno, zorra azul, glotón, liebre de los Alpes). Luego que el período glacial hubo llegado á su grado máximo, al aumentar la temperatura media, las especies retrocedieron á las montañas, elevándose cada vez á mayor altura hasta llegar á las cimas más elevadas, al paso que en las regiones bajas se albergaba una población venida del Sur. De esta manera se explican, como consecuencia del aislamiento, las diferencias que entre sí y respecto de las formas árticas distinguen á los habitantes alpinos de cada cadena de montañas, tanto más cuanto que alguna influencia hubieron de ejercer las condiciones especiales de las antiguas especies alpinas, que antes del período glacial habitaban en las montañas y luego descendieron á las llanuras. *De aquí que encontremos, al lado de muchas especies idénticas, multitud de variedades y especies dudosas y supletorias*. Esta identidad alcanza, sin embargo, á muchas formas subárticas y á algunas de los climas templados (en las pendientes inferiores de las montañas y en las llanuras del Norte de América y de Europa), lo cual sólo se explica suponiendo que antes de empezar el período glacial, el mundo orgánico era igual en la zona subártica y en la templada del Norte alrededor del polo. Razones importantes indican, sin embargo, con certeza que antes del período glacial, durante el último período plioceno, cuyos habitantes eran por su especie muy semejantes á los de la época actual, el clima era mucho más cálido que en la actualidad, y no parece por lo tanto imposible que en este período las especies subárticas y las del Norte de la zona templada marchasen mucho más hacia el Norte y se reuniesen en la región que por debajo del círculo polar se extiende desde el occidente de Europa hasta el oriente de América. Durante el período, aún más cálido, del plioceno inferior (1) un gran número de estas mismas especies vegetales y animales habitó probablemente las regiones continuas del alto Norte,

(1) En el período mioceno, aún más antiguo, reinó en Groelandia y Spitzberg, entonces unidos, un clima parecido al que reina actualmente en el Norte de Italia, según resulta de los interesantes descubrimientos paleontológicos de la expedición al polo Norte.

y con el descenso de la temperatura emigraron hacia el Sur en los dos mundos. Así se explica el parentesco entre las actuales poblaciones vegetal y animal de Europa y Norte-América, parentesco tan marcado que en cada clase hallamos formas sobre cuya naturaleza se discute si son especies ó razas geográficas; igualmente se explica el parentesco, aún más próximo y estrecho, de los organismos que poblaron aquellas dos partes del mundo en el período terciario superior. Respecto de ellos hace observar Rutimeyer, á propósito de la fauna pliocena de Niobrara, que los restos, sepultados en las capas de arenisca, de elefantes, tapiros y caballos apenas se diferencian de los del viejo mundo, y que los puercos pueden ser considerados, en razón de su dentadura, como descendientes de los paleoquéridos miocenos. Los rumiantes, como ciervos, carneros y uros, están también representados por los mismos géneros, y algunos por las mismas especies que en las capas análogas de Europa. Hay muchos géneros que llevan el sello genuino del antiguo mundo y han avanzado hasta el istmo de Panamá y más allá hacia el Sur de América, extinguiéndose poco tiempo antes de la aparición del hombre: tales son las dos especies del *Mastodon* de las cordilleras y el caballo sud-americano. Un antilope y dos rumiantes con cuernos (*Leptotherium*) han llegado hasta el Brasil. Hoy viven allí todavía dos especies de tapiro que por su dentadura no se distinguen, ni aun á los ojos de Cuvier, del tapiro indiano; dos especies de cerdos que llevan en sus dientes de leche el carácter de la especie progenitora, y un número de ciervos, como el llama, que descenden de formas primitivas eocenas, *restos vivientes de aquella antigua colonia de Oriente que llegó á su actual residencia después de haber recorrido una larga peregrinación y á costa de considerables pérdidas*. No es dudoso que una gran parte de animales carnívoros que conservan en el diluvio de Sud-América parentesco genealógico con el antiguo mundo, llegaron allá por el mismo camino. Los marsupiales están sepultados en las capas eocenas de Europa, y el *Cænopithecus* eoceno de Egerkingen tiene las más estrechas afinidades con las especies actuales de monos americanos. Igual semejanza presentan con los mamíferos terciarios de Europa los restos antiguos (miocenos) de Nebrasca. Allí viven todavía los *Palæotherium*, que en Europa no pasaron de la época eocena, así como los caballos de

tres cascos (*Anchitherium*), de los cuales deriva el *Hipparion*, caballo de un solo casco con dos dedos rudimentarios, y el caballo actual, de un solo casco. Las conexiones históricas de los mamíferos del mundo antiguo con los que pueblan una gran parte de América pueden seguirse hasta el período terciario, de modo que Rutimeyer considera la fauna terciaria más antigua de Europa como la raíz de una población zoológica genuinamente continental, que se halla hoy día representada en la zona tropical de ambos mundos y señaladamente en África. Contra esta opinión ha tratado Marsh de sostener la diametralmente opuesta, considerando que con relación á la fauna mamífera, América es el antiguo mundo (1). Las formaciones paleozoicas, que en Europa alcanzan sólo una pequeña extensión, forman casi por completo el suelo desde los montes Alleghany hasta el Mississippi, y la América formaba un extenso continente cuando Europa estaba constituida por un grupo de islas muy divididas y África y Asia se hallaban muy fraccionadas. Especialmente respecto de las formaciones del período terciario, cuyo deslinde con la creta es casi impracticable en América, se inclina á pensar Marsh que las faunas de los grupos de capas que se distinguen con los nombres de eoceno, mioceno y plioceno, son algo más antiguas que las correspondientes del continente oriental.

A la vez que los tipos especiales de roedores, á los cuales se agrega la mayoría de los desdentados, posee la América del Sur otros géneros de mamíferos y pájaros, que al igual de los *estrutiónidos* antes mencionados y de los pocos géneros de desdentados que aparecen en el Sur de Africa y de Asia (*Orycteropus*, *Manis*), indican una emigración colectiva que partió un día de un centro meridional, de un continente meridional hoy desaparecido, y del cual parece ser resto el continente australiano. De éste procederían probablemente los marsupiales de la Australia y del Suroeste del archipiélago malayo; los hormigueros y pangolines; los perezosos y jatús; los extinguidos pájaros gigantes de Madagascar y Nueva Zelandia, y los *estrutiónidos* y los makís de Madagascar. Es igualmente verosímil la suposición de que los emigrantes procedentes

(1) O. C. Marsh: *Introduction and Succession of Vertebrate life in America. An Address.* 1877.

del centro de dispersión del hemisferio Norte, al llegar al suelo de Sud-América lo encontrarían ya extensamente ocupado por los representantes de una fauna del Suroeste. Por lo que se deduce de los restos animales del diluvio encontrados en las cavernas de huesos del Brasil y en los aluviones de las Pampas, las especies del género de los desdentados forman casi la mitad de los grandes animales del diluvio de Sud-América, y hubieran podido contrabalancear á los mamíferos venidos más tarde del Norte. Se comprende que algunos miembros de la fauna antártica subirían hacia el Norte, y así como hoy encontramos en Guatemala y en Méjico las formas exóticas del perezoso, del jatú y del hormiguero en medio de una fauna compuesta en buena parte de especies que actualmente tienen representantes genealógicos en Europa, se encuentran también en la época diluviana perezosos y jatús gigantescos hasta muy arriba en el Norte. La presencia del *Megalonix Jeffersoni* y del *Myiodon Harlani* en el país de los bisontes y los ciervos, es un fenómeno tan extraño como la de los mastodontes en los Andes de Nueva Granada y Bolivia. *La mezcla y compenetración de dos grupos de mamíferos de origen completamente distinto en extensiones increíbles de las dos mitades del nuevo continente, constituye el rasgo característico dominante de su fauna*, y es notable que cada grupo gane en riqueza de representación y en originalidad de su aspecto á medida que nos acercamos á su punto de partida.

Si se piensa que los habitantes del mar hicieron también emigraciones hacia el Sur en los tiempos prehistóricos, se podrá comprender la presencia de especies afines en las costas oriental y occidental de la parte templada de la América del Norte, en el Mediterráneo y en el mar del Japón (principalmente crustáceos y peces), hecho que no puede explicar la antigua teoría de la creación.

La aparición de especies iguales ó muy semejantes en comarcas bajas y templadas y en altas montañas en hemisferios opuestos, se explica por la hipótesis, fundada en multitud de hechos geológicos, de que en el período glacial, de cuya larga duración existen pruebas ciertas, tomaron los ventisqueros una extensión inmensa (1) en

(1) Croll ha tratado de demostrar que el clima glacial es principalmente una consecuencia de la creciente excentricidad de la órbita terrestre y de las corrientes oceánicas sujetas á su influencia, y que tan pronto como el hemisferio Norte entra

todas las partes del mundo en los dos hemisferios, y la temperatura descendió considerablemente en toda la superficie de la tierra, por lo menos del hemisferio Norte ó del Sur. Al principio de este largo período, á medida que iba aumentando el frío, los animales y las plantas tropicales se retiraron hacia el Ecuador, luego las siguieron las subtropicales y las de las regiones templadas y por último las árticas. Si aceptamos como cierta la conclusión de Croll, de que al aumentar el frío en el hemisferio Norte, el hemisferio Sur se pone más caliente y viceversa, podemos deducir que durante la lenta emigración descendente de muchos animales y plantas del hemisferio Norte, los habitantes de las regiones bajas y calientes se retiraron hacia las regiones tropicales y subtropicales del hemisferio Sur, más calientes; pero como muchos seres tropicales pueden soportar un grado de frío muy considerable, pudieron quedar muchos animales y plantas al abrigo de los valles, librándose así de la destrucción, y en las generaciones sucesivas se fueron adaptando á las condiciones especiales de temperatura. Los habitantes de las regiones templadas, cercanas al Ecuador, se encontraron en nuevas condiciones de existencia, y en el período de mayor descenso de la temperatura sus especies más vigorosas y dominantes atravesaron el Ecuador por comarcas elevadas (cordilleras y cadenas de montañas del Noroeste del Himalaya) y algunas tal vez por las tierras bajas (como en la India). Luego que terminado el período glacial volvió á elevarse lentamente la temperatura, las especies de regiones templadas subieron, unas en sentido vertical de las regiones bajas á las altas montañas, y otras se fueron acercando al Norte hasta volver á su país natal. Del mismo modo volvieron, con escasas excepciones, las especies que habían traspasado el Ecuador; pero algunas sufrieron, como las primeras, modificaciones más ó menos profundas bajo la influencia del cambio de condiciones de existencia. Según Darwin, en la marcha natural de los sucesos el hemisferio austral se hallaría sometido á un intenso período glacial en tanto que el hemisferio boreal estuviera más caliente, y entonces las especies australes templadas debieron emigrar á las comarcas

en un período de frío, se eleva la temperatura en el hemisferio Sur y viceversa; este autor cree que el último gran período glacial ocurrió hace próximamente 240,000 años y duró 160,000.

ecuatoriales bajas. Las formas boreales que antes habían quedado en las montañas descendieron y se mezclaron con las especies meridionales. Estas últimas, al volver el calor, después de haber regresado á su antigua patria, pudieron dejar rezagadas algunas especies en las montañas, llevándose consigo hacia el Sur algunas especies boreales templadas, que habían descendido de sus montañas. De aquí que encontremos algunas especies idénticas en las zonas templadas boreal y austral, y en las montañas de las comarcas intertropicales. Las rezagadas durante largo tiempo en estas montañas ó en hemisferios opuestos, hubieron de sostener la competencia con muchas especies nuevas, hallándose expuestas á condiciones físicas algo distintas; en tales condiciones se hicieron en alto grado accesibles á la modificación, y por eso aparecen en la actualidad como variedades ó como especies supletorias. Hemos de recordar también que anteriormente habían ocurrido ya períodos glaciales en ambos hemisferios, y en armonía con los principios enunciados, esto nos explica el por qué de que tantas especies completamente distintas habiten los mismos territorios á gran distancia unas de otras, y pertenezcan á géneros que no se encuentran actualmente en las regiones intertropicales. Por las consecuencias que hemos atribuído á las grandes modificaciones climatéricas que se han sucedido en lento transcurso durante el período glacial, se puede explicar, en cierto modo, que se presente en altas montañas de la América tropical una serie de especies vegetales correspondientes á géneros europeos; que, según Hooker, la Tierra del Fuego tenga cuarenta ó cincuenta plantas fanerógamas, que son también propias de puntos de Norte-América y de Europa en el hemisferio opuesto; que muchas plantas del Himalaya y de algunas cadenas de montañas de la península indiana, de las alturas de Ceilán y de los cráteres volcánicos de Java, se sustituyan recíprocamente y reproduzcan especies europeas; que un número de géneros vegetales europeos, y á veces especies idénticas, aparezcan en Nueva Holanda, y crezcan algunas especies sud-australianas en las montañas de Borneo y lleguen hasta Malaca, India y el Japón; que en las montañas abisinicas se encuentren formas vegetales europeas y algunas especies del Cabo de Buena Esperanza; y que según Hooker muchas plantas que crecen en la montaña de Camerón, en el golfo de Guinea,

sean íntimamente afines á las de las montañas de Abisinia y á las del clima templado de Europa. Antes del período glacial hubieron de dispersarse muchas formas vegetales y animales hacia comarcas muy apartadas del hemisferio austral, favorecidas ora por medios accidentales de transporte, ora por la distinta repartición de los mares y continentes, ora por anteriores períodos glaciales; sólo así se explica la presencia de especies de géneros enteramente meridionales (1) en puntos lejanos, y la análoga conformación de la flora en las costas Sur de América, Nueva Holanda y Nueva Zelandia.

La distribución de los habitantes de agua dulce parece á primera vista un hecho contrario á la teoría de la descendencia, con variaciones subsiguientes producidas por la selección natural. Mientras que en vista de las barreras que presentan los terrenos secos debiéramos esperar que cada lago y cada río tuviese una población especial y propia, nos encontramos por el contrario con una diseminación extraordinaria de multitud de especies de agua dulce, y observamos que en las aguas dulces de toda la superficie de la tierra predominan especies afines. Las mismas especies se presentan en continentes lejanos entre sí; según Gunther, el pez de agua dulce *Galaxias attenuatus* pertenece á la Tasmania, Nueva Zelandia, islas de Falkland y Sud-América. Los filópodos *Estheria*, *Limnadia*, *Apus* y *Branchipus* se encuentran representados en todas las partes del mundo, y lo mismo sucede con numerosos moluscos de agua dulce. En primera línea hay que tener en cuenta las conexiones entre los peces marinos y sus afines de agua dulce, que según opinión generalmente admitida, y bien fundada, enlazan con aquéllos por su origen; así puede explicarse la gran dispersión de muchas especies de agua dulce, que de los mares han ido á los ríos y de éstos á los lagos. En este tránsito interviene la influencia de los cambios de nivel ocurridos durante el período actual y la posibilidad de medios de transporte accidentales. Entre estos últimos se cuentan las inundaciones, las mareas, las trombas, que transportan de una cuenca fluvial á otra peces, vegetales y gérmenes de unos

(1) Diferiendo en el grado, puesto que la época inicial del período glacial no podía bastar para grandes modificaciones.

y otros. Agrégase á esto, respecto de los huevos que se conservan mucho tiempo en el barro seco, como los de los entomostráceos, la posibilidad de que las aves acuáticas los transporten pegados á sus patas ó á sus plumas. Está en consonancia con esta hipótesis el hecho de encontrarse peces distintos en las vertientes opuestas de las cadenas de montañas que desde remotos tiempos tienen establecida la divisoria de las aguas. Parece haber influido también en la distribución de los habitantes de agua dulce el transporte pasivo de huevos y semillas de plantas por los coleópteros acuáticos voladores y por las aves emigrantes de los pantanos. Muchos animales marinos entran en las corrientes fluviales y se adaptan poco á poco á la vida en agua dulce. Conocemos, en efecto, muchos animales de agua dulce que, procediendo de animales marinos, empezaron por habituarse á vivir en las salinas, luego en el agua dulce, y acabaron por abandonar temporal ó perpetuamente el mar.

Según Valenciennes apenas hay un grupo de peces que se limite completamente á vivir en ríos ó lagos; en muchos casos las especies más afines (y lo mismo se observa en los crustáceos decápodos) se encuentran en el mar y en el agua dulce, y otras veces los mismos peces viven en uno y otro de estos medios (*Mugiloideos*, *Pleuronectidos*, *Salmonidos*, etc.). Ofrece particular interés una serie de ejemplos que dan luz sobre el ulterior destino y las modificaciones de los peces y crustáceos en las aguas, lenta ó bruscamente separadas del mar y convertidas en lagos. Loven ha hecho observaciones de este género en los animales de los lagos de Wener y Wetter, que tienen mucha analogía con los del Océano Glacial, y Malmgreen en los del lago Ladoga. Según este último naturalista, el *Salmo salvelinus* de los Alpes proviene del mar polar y es muy afín al *Salmo alpinus* de Escandinavia. Los lagos italianos contienen un gran número de especies de peces y crustáceos que llevan en sí el carácter de la fauna del Mediterráneo y del mar del Norte (*Blennius vulgaris*, *Atherina lacustris*, *Telphusa fluviatilis*, *Palaemon lacustris* = *P. varians*, *Sphaeroma fossarum* de las lagunas Pontinas), en términos que inducen á pensar que los lagos en cuestión estuvieron en otro tiempo unidos al mar y quedaron separados por efecto de un levantamiento. En Grecia, en la isla de Chipre, en Siria y en Egipto viven en agua dulce algunos tipos de crustáceos

del mar (*Telphusa fluviatilis*, *Orchestia cavimana*, *Gammarus marinus*, var. *Veneris*), y en el Brasil encontramos habitando en aguas dulces un número aún mayor de crustáceos marinos (1). Finalmente, el mar Caspio tiene una verdadera fauna marina, de la que forman parte moluscos, crustáceos y gusanos.

Otro de los hechos que ofrece más de una dificultad á la teoría de la descendencia única, pero que previas algunas hipótesis llega á estar en concordancia con ella, es la especialidad de las poblaciones insulares y su parentesco con las de los continentes vecinos. Por su modo de formación se pueden considerar las islas, ó bien como cimas de terrenos submarinos levantados lenta ó bruscamente sobre el nivel del mar por obra de fenómenos volcánicos ó del trabajo de pólipos de coral, ó bien como fragmentos de continentes que por efecto de seculares descensos han sido interceptados por las crecidas del mar. Las primeras, ordinariamente reunidas en grupos, alejadas de los continentes y separadas de ellos por un mar profundo, tienen como rasgo característico la falta de mamíferos terrestres y de anfibios, y la existencia de pájaros, algunos reptiles, insectos y moluscos, que ofrecen manifiesta conexión con los del continente más inmediato. De estos datos pudiera deducirse que estas islas han sido pobladas por seres procedentes del continente inmediato y traídos por medios de transporte normales ó anormales, y que los nuevos colonizadores se han modificado con el tiempo, convirtiéndose en variedades ó en especies.

La población de las *islas continentales* se explica por su antigua unión con la tierra firme, de cuya fauna y flora conservan fragmentos, pero más ó menos hondamente modificados según la fecha de la separación. Tales islas poseen, por regla general, al contrario de las primeras, un número mayor ó menor de mamíferos continentales, y tienen de común con las islas formadas por levantamiento lo relativamente escaso del número de habitantes, entre los cuales siempre se encuentran algunas y á veces muchas formas endémicas.

(1) Según Martens, se encuentran allí los cangrejos de agua dulce: *Trichodactylus quadratus*, *Syloiocarcinus panoplus*, *Dilocarcinus multidentatus*; un anómuro de agua dulce, *Eglea levis*. Como macruros, prescindiendo de los astácidos, tan afines al cabrajo, se mencionan: *Palaemon Jamaicensis*, *spinimanus*, *forceps*, y entre los isópodos el *Cymothoe Henseli*.

cas. Este hecho se explica sin esfuerzo, teniendo en consideración que las especies que llegan á un nuevo territorio más ó menos aislado, ó quedan encerradas en un recinto determinado, se encuentran en condiciones distintas de concurrencia y han de sufrir necesariamente modificaciones, porque no se mantienen en comunicación con la tierra patria por la llegada continua de inmigrantes no modificados.

Entre las *islas oceánicas*, las Azores por ejemplo, que distan de Portugal unas 900 millas inglesas, y son de origen volcánico, presentan en sus faunas ornitológica, entomológica y malacológica un carácter europeo. A excepción de los moluscos terrestres y de los coleópteros sólo poseen especies endémicas aisladas, por más que el clima y las condiciones biológicas difieren notablemente de los continentales. Los mamíferos están representados por una sola especie de murciélago, el conejo, la comadreja, ratas y ratones, especies todas importadas. Sólo una especie de pájaro, el *Pyrrhula murina*, muy afine al *Pyrrhula rubicilla*, es peculiar de las Azores, buena prueba de que la fauna ornitológica de estas islas es nueva y no ha podido modificarse por la llegada constante de nuevos emigrantes. La población de las Canarias y de las islas de Cabo Verde, así como la de las islas de corales de las Bermudas, situadas al Este de la Carolina del Norte, presenta iguales relaciones con la de los continentes vecinos. La fauna ornitológica de la última es esencialmente norte-americana y no tiene una sola especie propia. Lo mismo sucede con los pájaros de la isla de Madera, unos europeos y otros africanos, al paso que los moluscos terrestres y los coleópteros tienen un carácter completamente local y específico, porque están más encerrados y no reciben nuevas inmigraciones. Por el contrario, las islas de Galápagos, situadas al Oeste de Sud-América, de origen volcánico como las Azores pero mucho más antiguas y que abarcan un área mucho más extensa, se distinguen por lo peculiar de su fauna, no sólo en moluscos é insectos sí que también en pájaros. De cincuenta y siete pájaros de carácter americano tropical, treinta y ocho son especies propias y treinta y uno genuinamente terrestres; en cambio los pájaros marinos que llegan fácilmente de una á otra parte, sólo en corto número pertenecen á este grupo insular. Los treinta y cinco coleópteros y los veinte moluscos terrestres

representan casi exclusivamente géneros y especies propias. Mayor especificación en su fauna presentan aún las islas Sandwich, completamente aisladas en el centro del Pacífico boreal, lo cual prueba la remota antigüedad de este grupo insular y su primitiva proximidad á un continente hoy sumergido. De las aves terrestres están representados todos los pájaros por especies propias, así como las *Drepanides*, que forman una familia peculiar de estas islas. Los trescientos ó cuatrocientos moluscos terrestres son todos de especies propias; catorce géneros pertenecen á la familia de los *acanti-nélidos*, exclusivamente limitada á las islas Sandwich. El carácter de la fauna, y lo mismo el de la flora propia, lo constituyen tipos australianos y polinesios, pero tiene también parentesco americano.

Entre las *islas continentales*, ofrece la Gran Bretaña un ejemplo característico de una isla continental segregada del continente en época no lejana. Probablemente estaba unida, aunque por poco tiempo, al terminar el período glacial. Así se explica, como consecuencia de emigraciones directas, la gran semejanza de sus habitantes con los del continente, y la pobreza en especies, característica de la Gran Bretaña é Irlanda. No existe, sin embargo, una igualdad completa, porque se cuentan dos especies de moluscos terrestres y de agua dulce, y un gran número de especies y variedades de insectos autóctonos. Los que presentan variaciones más importantes son los salmónidos, á causa de que el paso de mar á mar es difícil y constituye un aislamiento relativamente completo, que favorece la formación de variedades y especies.

Las islas sud-asiáticas de Borneo, Java, Sumatra y Filipinas, Japón y Formosa difieren en su fauna y flora mucho más notablemente entre sí y de los continentes vecinos, con los cuales estuvieron probablemente unidas en el período mioceno. Más tarde se separaron primero las Filipinas, luego Java, y en último término Sumatra y Borneo. El Japón y la isla Formosa poseen muchas especies peculiares de mamíferos y pájaros, pero con tipo generalmente asiático, y debieron quedar independientes en la primera mitad del período plioceno (Wallace).

Las poblaciones de las islas inmediatas situadas al Este de Borneo, separadas sólo por un brazo de mar estrecho, pero muy profundo, se refieren por su origen á la Australia.

Sumatra, Borneo, Java, juntamente con Bali al oriente, así como Nueva Guinea con las islas vecinas de la Australia, sólo están separadas del continente asiático por un mar poco profundo. En cambio separa los territorios insulares de ambos lados una vasta y profunda depresión del fondo del mar, en términos que las Celebes y Lombok corresponden al grupo Sur, al paso que las Filipinas se refieren al continente asiático. Como extremos desprendidos y múltiplemente disgregados de dos continentes próximos, albergan faunas completamente distintas, cuya limitación ha de coincidir necesariamente con la separación de los dos primitivos continentes. En efecto, se manifiesta esta división de una manera marcadísima. «Si examinamos, dice Wallace, la fauna de los grupos insulares del lado Norte, encontramos una demostración convincente de que estas grandes islas habían pertenecido en un tiempo al gran continente, del cual no han podido separarse hasta una época geológica muy reciente. El elefante y el tapiro de Sumatra y Borneo, el rinoceronte de Sumatra y la especie análoga de Java, el buey salvaje de Borneo y la forma correspondiente de Java, tanto tiempo tenida por especie particular, todos ellos se encuentran, según se sabe ahora, en un punto u otro de la tierra firme del Asia meridional. Es imposible que estos animales gigantes hayan traspasado en tiempo alguno los estrechos que separan actualmente estas comarcas, y la presencia de ellos demuestra con evidencia que al formarse las especies habían de estar necesariamente aquéllas en unión continuada. Un número considerable de mamíferos pequeños es común á todas las islas y á la tierra firme; pero las grandes modificaciones físicas que han debido ocurrir después de la segregación y antes del descenso de extensiones tan considerables de terreno, han determinado la extinción de algunas especies en varias islas, y en algunos casos parece suficiente el tiempo transcurrido para dar lugar á transformaciones específicas. Los pájaros y los insectos confirman esta opinión, pues que todas las familias, y aun todos los géneros de estos grupos, existentes en algunas islas pertenecen aún al continente asiático y un gran número de ellos presentan excepciones enteramente idénticas.

» Si volvemos la vista al resto del archipiélago encontramos que todas las islas al Este de las Celebes y de Lombok presentan tan

íntimas relaciones con la Australia y la Nueva Guinea, como las occidentales con el Asia. Es sabido que los productos naturales de la Australia (1) difieren más de los del Asia que los de las cuatro partes antiguas del mundo de unos y otros. Realmente la Australia tiene una existencia independiente. No tiene monos, gatos, lobos, osos ni hienas; no se ven allí ciervos ni antílopes, ni carneros ni bueyes, ni elefantes ni caballos, ni ardillas ni conejos, en una palabra, ninguno de los tipos de cuadrúpedos que se ven en cualquiera otra parte del mundo. En lugar de ellos tiene sólo marsupiales, canguros, *opossums* y ornitorrincos. Su fauna volátil es casi completamente peculiar. No tiene picos ni faisanes, que abundan en todas partes, pero tiene en cambio megápodos, como el talegalo, azucareros, cacatúas y triclaglosos, que no se encuentran en ninguna otra parte. Todas estas particularidades notables concurren también en las islas que forman la parte Sur malaya del archipiélago.

» El gran antagonismo entre las dos partes del archipiélago de ningún otro modo salta tan pronto á la vista como pasando de la isla de Bali á la de Lombok, donde las dos regiones están en estrecho contacto. En Bali tenemos picos y tordos; en Lombok no los hay, pero sí un gran número de cacatúas, azucareros y megápodos, desconocidos en Bali y en todas las islas occidentales. Si viajamos desde Java ó Borneo hacia Celebes ó las Molucas (2) es aún más

(1) La limitación interesa menos á las plantas y mariposas, porque la flora de Nueva Zelandia presenta gran afinidad con la de la América del Sur, y las mariposas de la Australia y de la Polinesia tienen tan marcado el carácter de los lepidópteros indios, que necesariamente han de referirse á la fauna lepidóptera del continente asiático. Muchos pájaros y murciélagos tienen parentesco con los de la India oriental. Se reconoce en esto notoriamente la influencia del vuelo como medio de superar las barreras que oponen los estrechos marítimos. Por el contrario, los verdaderos animales terrestres y los palmípedos pesados, así como las culebras y crustáceos, son en su mayor parte formas del país, aunque más ó menos esparcidas por las inmediaciones. Los monotremos pertenecen exclusivamente á Tasmania y á las costas continentales opuestas.

(2) La isla Celebes ocupa respecto á su fauna un punto intermedio, puesto que de 16 especies de mamíferos terrestres, cuatro pertenecen á la familia australiana y las otras son, unas tipos asiáticos y las otras tipos propios que por su origen se inclinan al Africa (*Cynopithecus nigrescens*, *Anoa depressicornis*, *Babirussa alfurus*). Otro tanto sucede con la fauna ornitológica, mucho más abundante, que tiene 94 especies propias y además contiene especies principalmente asiáticas, pero algunas también australianas y africanas. El aislamiento, que se retrae hasta el período mioceno, de las islas rodeadas de mares profundos, parece explicar estas particularidades. Anteriormente estuvo, sin embargo, en continuidad con el continente asiático, del cual se separó mucho antes que Borneo, Sumatra y Java.

notable la diferencia; en las primeras abundan los bosques en monos, gatos, ciervos, civetas y nutrias, y se encuentran numerosas especies de ardillas; en las segundas ninguno de estos animales; el kuskús de cola prensil es casi el único mamífero terrestre, exceptuando el jabalí, que existe en todas estas islas, y en las Celebes y Molucas el ciervo, probablemente importado en época reciente. De estos hechos podemos sin duda deducir que las islas situadas al Este de Java y Borneo formaron parte de un antiguo continente australiano ó pacífico, por más que algunas de ellas jamás han estado con él en verdadera continuidad. Este continente hubo de ser fraccionado, no sólo antes de que las islas occidentales se separaran del Asia, sino probablemente antes de que saliera del mar la cima Sudoeste de esta región, porque se sabe que una gran parte de Borneo y Java corresponde á una formación geológica muy reciente, al paso que la gran diferencia de especies, y en muchos casos también de géneros, con los productos de las islas orientales malayas y australianas, y la gran profundidad del mar que las separa en la actualidad, permiten suponer la existencia de un período de aislamiento relativamente largo.»

Entre las antiguas islas continentales se distingue Madagascar por su población peculiar, en extremo distinta de la del continente vecino. De sesenta y seis especies de mamíferos, treinta y tres son lemurinos, al paso que faltan las grandes especies mamíferas del Africa, como monos antropomorfos, los cinocéfalos, leones, hienas, cebras, elefantes, rinocerontes, búfalos, antilopes, etc., así como los tigres, tapiros, osos, ciervos y ardillas de Asia. En cambio se encuentran cinco géneros de *Centetidos*, familia que se presenta en las Antillas (Cuba y Haití). Los carnívoros están representados por el género propio *Cryptoprocta* y por ocho civetas, de ellas cuatro géneros particulares. Los pájaros de Madagascar, que llegan á cien próximamente, son todos, salvo cuatro ó cinco, especies propias; muchos tienen parentesco africano y algunos indico ó malayo. Probablemente estuvo unida Madagascar, durante el período eoceno, al Africa tropical, separada por un mar del Norte de Africa, y se segregó durante el período plioceno, después del levantamiento del Sahara y cuando los colonizadores procedentes del continente septentrional emigraron del Africa tropical; de modo que sólo han

podido conservarse especies de una fauna antigua y muy esparcida.

Son aún más peculiares las condiciones de la isla de Nueva Zelandia, que en razón de la falta de mamíferos, salvo dos especies de murciélagos, debiera ser colocada entre las islas oceánicas, y sin embargo, geográfica y geológicamente corresponde á las islas continentales. Entre los pájaros hay en primera línea un gran número de especies ineptas para el vuelo, entre las cuales son características cuatro especies de apterix y once pájaros gigantes extinguidos probablemente en la época histórica moderna, á los cuales se agrega una serie de géneros ornitológicos que han existido también en Nueva Guinea y en las islas del Océano Pacífico. Los lagartos están representados por tres géneros muy esparcidos y por el característico de Nueva Zelandia, *Hatteria*, intermedio entre los crocodilos y los saurios. El único batracio de Nueva Zelandia (*Liopelma Hochstetteri*) presenta tan poco parentesco con las ranas australianas como los peces de agua dulce, que son afines á las formas templadas de Asia y América del Sur. El mencionado batracio corresponde á la familia de los *Bombinadores*, limitada á Europa y Sud-América. Para explicar estas notables condiciones recurre Wallace á los cambios geográficos considerables que ha sufrido en la antigüedad la Nueva Zelandia, y tiene por fundada la hipótesis de que en tiempos muy remotos estaba unida al Norte de Australia y á Nueva Guinea, y que estas comarcas, de las que se desprendió el resto de Australia, no tenían entonces mamífero alguno. Por otra parte, para explicar la presencia de muchas especies sud-americanas de peces de agua dulce y de plantas, parece verosímil admitir una propagación meridional en época posterior hacia el continente antártico, así como por otra serie de razones se impone la hipótesis de la unión directa de Nueva Zelandia y Australia con el Sur de América y de Africa en un continente antártico. ®

VALOR DE LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN
PARA EXPLICAR LOS FENÓMENOS DEL TRANSFORMISMO

Después de haber demostrado que la teoría del origen de las especies por vía de descendencia ó genealogía natural de otras especies, está en armonía con las hipótesis científicas y se halla sufi-

notable la diferencia; en las primeras abundan los bosques en monos, gatos, ciervos, civetas y nutrias, y se encuentran numerosas especies de ardillas; en las segundas ninguno de estos animales; el kuskús de cola prensil es casi el único mamífero terrestre, exceptuando el jabalí, que existe en todas estas islas, y en las Celebes y Molucas el ciervo, probablemente importado en época reciente. De estos hechos podemos sin duda deducir que las islas situadas al Este de Java y Borneo formaron parte de un antiguo continente australiano ó pacífico, por más que algunas de ellas jamás han estado con él en verdadera continuidad. Este continente hubo de ser fraccionado, no sólo antes de que las islas occidentales se separaran del Asia, sino probablemente antes de que saliera del mar la cima Sudoeste de esta región, porque se sabe que una gran parte de Borneo y Java corresponde á una formación geológica muy reciente, al paso que la gran diferencia de especies, y en muchos casos también de géneros, con los productos de las islas orientales malayas y australianas, y la gran profundidad del mar que las separa en la actualidad, permiten suponer la existencia de un período de aislamiento relativamente largo.»

Entre las antiguas islas continentales se distingue Madagascar por su población peculiar, en extremo distinta de la del continente vecino. De sesenta y seis especies de mamíferos, treinta y tres son lemurinos, al paso que faltan las grandes especies mamíferas del Africa, como monos antropomorfos, los cinocéfalos, leones, hienas, cebras, elefantes, rinocerontes, búfalos, antilopes, etc., así como los tigres, tapiros, osos, ciervos y ardillas de Asia. En cambio se encuentran cinco géneros de *Centetidos*, familia que se presenta en las Antillas (Cuba y Haití). Los carnívoros están representados por el género propio *Cryptoprocta* y por ocho civetas, de ellas cuatro géneros particulares. Los pájaros de Madagascar, que llegan á cien próximamente, son todos, salvo cuatro ó cinco, especies propias; muchos tienen parentesco africano y algunos indico ó malayo. Probablemente estuvo unida Madagascar, durante el período eoceno, al Africa tropical, separada por un mar del Norte de Africa, y se segregó durante el período plioceno, después del levantamiento del Sahara y cuando los colonizadores procedentes del continente septentrional emigraron del Africa tropical; de modo que sólo han

podido conservarse especies de una fauna antigua y muy esparcida.

Son aún más peculiares las condiciones de la isla de Nueva Zelandia, que en razón de la falta de mamíferos, salvo dos especies de murciélagos, debiera ser colocada entre las islas oceánicas, y sin embargo, geográfica y geológicamente corresponde á las islas continentales. Entre los pájaros hay en primera línea un gran número de especies ineptas para el vuelo, entre las cuales son características cuatro especies de apterix y once pájaros gigantes extinguidos probablemente en la época histórica moderna, á los cuales se agrega una serie de géneros ornitológicos que han existido también en Nueva Guinea y en las islas del Océano Pacífico. Los lagartos están representados por tres géneros muy esparcidos y por el característico de Nueva Zelandia, *Hatteria*, intermedio entre los crocodilos y los saurios. El único batracio de Nueva Zelandia (*Liopelma Hochstetteri*) presenta tan poco parentesco con las ranas australianas como los peces de agua dulce, que son afines á las formas templadas de Asia y América del Sur. El mencionado batracio corresponde á la familia de los *Bombinadores*, limitada á Europa y Sud-América. Para explicar estas notables condiciones recurre Wallace á los cambios geográficos considerables que ha sufrido en la antigüedad la Nueva Zelandia, y tiene por fundada la hipótesis de que en tiempos muy remotos estaba unida al Norte de Australia y á Nueva Guinea, y que estas comarcas, de las que se desprendió el resto de Australia, no tenían entonces mamífero alguno. Por otra parte, para explicar la presencia de muchas especies sud-americanas de peces de agua dulce y de plantas, parece verosímil admitir una propagación meridional en época posterior hacia el continente antártico, así como por otra serie de razones se impone la hipótesis de la unión directa de Nueva Zelandia y Australia con el Sur de América y de Africa en un continente antártico. ®

VALOR DE LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN
PARA EXPLICAR LOS FENÓMENOS DEL TRANSFORMISMO

Después de haber demostrado que la teoría del origen de las especies por vía de descendencia ó genealogía natural de otras especies, está en armonía con las hipótesis científicas y se halla sufi-

cientemente confirmada por los hechos de la morfología, de la paleontología y de la distribución geográfica de los organismos, hemos de apreciar la significación de los medios que creemos haber encontrado para explicar los fenómenos del transformismo. Nos queda que investigar la certeza y eficacia de la selección natural y de la teoría que en ella se funda, y que tan importante papel desempeña principalmente en la teoría de Lamarck de la transformación directa por las necesidades de la adaptación y por el uso ó desuso de los órganos; de la adaptación activa de la organización á las condiciones biológicas, y de la acción mecánica inmediata de las condiciones físicas en la modificación de los órganos.

Se han suscitado muchas objeciones contra la *efectividad del principio de la selección natural*, base de la teoría de la transmutación de Darwin. En primer término preguntan los objetantes por qué no se encuentran en la naturaleza las innumerables formas de transición que según la teoría de la selección han existido entre las especies y las variedades, y en qué consiste que en vez de especies más ó menos bien definidas, no existe como sería de esperar un caos abigarrado de formas. Esta objeción podría dirigirse á cualquier hipótesis que tratara de explicar el transformismo de las especies por cambios lentos y no por saltos repentinos, y en realidad no tiene trascendental importancia, como probaremos fácilmente. Como la selección natural es lenta y sólo obra cuando aparecen modificaciones ventajosas, de las variaciones tienen siempre las más divergentes las mayores ventajas para la lucha por la existencia, y por lo tanto la multitud de grados pequeños intermedios ha debido desaparecer desde largo tiempo antes de que en el transcurso del tiempo llegue á desarrollarse una variedad reconocible como tal. *La selección natural avanza siempre al par de la destrucción de las formas intermedias*, y en su proceso de perfeccionamiento destruye no sólo las formas progenitoras sino también todas las transiciones graduales de la serie; y sin embargo encontramos en los sedimentos de la corteza terrestre miembros intermedios próximos ó lejanos de las especies ó subespecies, según hemos manifestado respecto de una serie de formas. Si no nos es posible abarcar series extensas y continuas de variaciones sucesivas, culpa es de lo incompleto de nuestros documentos geológicos. Lo que podemos y de-

bemos consignar es que las hipótesis generales de la teoría de la selección de Darwin existen en la realidad. Á cada momento se nos presentan en la naturaleza múltiples y variados testimonios en pro de la lucha por la existencia. Ahora bien, ¿conduce ésta en realidad á las consecuencias deducidas de la teoría, esto es, á la acentuación de las modificaciones convenientes y útiles al organismo por la vía de la selección natural? En otros términos, ¿existe una selección natural mediante la cual desaparezcan las variaciones indiferentes, se conserven las útiles y, en el transcurso de las generaciones, se acentúen hasta llegar á constituir variedades?

1. La primera objeción, la más digna de atención, niega toda realidad á la selección natural, por cuanto no hay en la naturaleza libre factor alguno que determine el aislamiento de las parejas de animales. Este aislamiento sólo podría suponerse en el caso en que una ó varias parejas emigrasen á territorios rodeados de barreras difíciles de superar. Moriz Wagner (1) ha utilizado este punto de vista para fundar su teoría de la emigración, según la cual para la eficacia de la selección natural es condición necesaria la emigración, y la selección será aplicable exclusivamente á individuos emigrados y separados de la especie progenitora por barreras geográficas. Como las primeras imperceptibles modificaciones que forman el primer paso de la formación de una variedad se han de encontrar en lucha con un número superior de individuos no modificados, con los cuales viven y se mezclan en cruzamiento ilimitado, las primeras propiedades especiales han de desaparecer antes de que tengan tiempo de acentuarse hasta poder constituir variedad visiblemente determinada. Sólo la emigración con colonización subsiguiente, la traslación de animales y plantas á espacios separados, á regiones ó países limitados por vallas difíciles de traspasar, puede proporcionar el aislamiento necesario para la formación de variedades, y su acción es tanto más segura cuanto que en los nuevos recintos las condiciones de nutrición y de competencia favorecen las modificaciones individuales. Los primeros descendientes de estos colonizadores inmigrados forman luego la pareja progenitora de una nueva

(1) Moriz Wagner: *Die Darwinische Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen*, Leipzig, 1868.

especie, y su residencia es el centro del recinto de propagación de la especie nueva.

A esta objeción y á la teoría que en ella se funda, se puede replicar que la emigración de una sola pareja á un punto resguardado por barreras difíciles de pasar, no implica una absoluta exclusión de la pareja progenitora, porque entre los descendientes de esta pareja sólo unos pocos poseen los primeros indicios de las nuevas propiedades útiles, y la mayoría conservará completa semejanza con la forma progenitora. En los colonizadores emigrados no se hace sentir la influencia de las nuevas condiciones biológicas favorables á la variación hasta la segunda ó tercera generación, y en este caso también ofrecen las presuntas dificultades un número superior de individuos no modificados, que conservan exacta semejanza con la especie progenitora.

Para el buen resultado de la selección artificial parece condición ineludible la *separación* de los individuos, pero no se deben aplicar sencillamente los resultados de la selección artificial á la selección natural, porque en la primera se trata de propiedades destinadas á cumplir los deseos ó la utilidad del hombre, sin que de ellas resulte provecho para el animal. Aunque las propiedades ventajosas al animal se manifiesten en corto grado, por la utilidad que proporcionan á la conservación de la forma vital, reemplazan hasta cierto punto al aislamiento, incompatible con el cruzamiento ilimitado. Por efecto de la utilidad de la propiedad nueva se limita, ya que no se suprime, el cruzamiento con el mayor número de individuos, y la propiedad se extiende cada vez á mayor número también y se acentúa. Aumentando constantemente los individuos modificados, sufren los no modificados y los menos ventajosamente constituidos una disminución progresiva hasta desaparecer completamente. Sea como quiera, hemos de declarar que una modificación, por importante que sea, ocurrida repentinamente en uno ó pocos individuos (como la del buey de Niata y los carneros de Ancona), jamás llegará á producir en la naturaleza una variedad, y que las variaciones útiles *han de afectar desde luego á un gran número de individuos* si han de tener probabilidades de conservarse y de acentuarse por la selección natural.

La cuestión es la misma en cuanto á la objeción relativa al

origen de los casos de hibridismo de que ya hemos hablado, y cuyos grados iniciales, poco marcados, sólo proporcionan á las especies escasa aunque ponderable utilidad, que por medio de la selección natural se va acentuando en el transcurso de las generaciones hasta llegar á modificaciones notables.

Otra observación que demuestra la insuficiencia de la teoría de Wagner. Como esta teoría sólo tiene en cuenta las variedades y especies separadas en el espacio, no pudo explicarse que de especies antiguas puedan proceder nuevas variedades y especies *en sucesión cronológica en el mismo espacio*, durante lentas variaciones geográficas y climatéricas. Precisamente los territorios extensos y continuos son, como ha demostrado Darwin, singularmente favorables para producir variedades y para dar origen á especies susceptibles de extensa propagación y de duración larga, á causa de la diversidad de las condiciones de existencia. Así encontramos frecuentemente en las diferentes capas de una misma localidad, variedades similares y á veces series de modificaciones. Aunque ignoramos completamente en cada caso los fenómenos especiales que han ocasionado la pequeña variación ocurrida en un órgano cualquiera, y por esta ignorancia hacemos frecuente uso de la palabra *casualidad*, podemos, sin embargo, afirmar de una manera general que es causa de dicha variación la acción de condiciones físicas de la nutrición, no conocidas todavía. Respecto de estas últimas son de grande importancia las condiciones telúricas y climatéricas, que en el decurso de largos períodos de tiempo experimentan cambios lentos y variados, y con ellos se modifican esencialmente las condiciones de competencia de los organismos en la lucha por la existencia. Durante los períodos de cambio lento, pero de importantes resultados, de la temperatura con la conformación del suelo y del clima, obraron estas causas simultáneamente y con igual intensidad sobre muchos individuos de la misma especie, dando el primer impulso á pequeñas variaciones, mediante las cuales se modificaron gran número de individuos en igual sentido, aunque al principio en muy corto grado. *Luego que, por virtud del primer impulso de las causas físicas, experimentan muchas especies la misma tendencia á la variabilidad, ejerce su eficaz influencia la selección para sostener y aumentar determinadas y útiles modificaciones.*

En la forma distinta en que Wagner (1) creyó poder salvar su teoría, tan rudamente combatida por Weismann, aparece aquélla completamente insostenible, tanto más cuanto conduce á la negación de la selección natural y se pone en contradicción consigo misma. En primer lugar, es una suposición completamente gratuita atribuir á las particularidades individuales de la pareja colonizadora y de sus progenitores inmediatos una influencia primaria y preponderante en la conformación de las nuevas razas, subespecies ó especies, y reducir á una segunda categoría el valor de las condiciones locales del nuevo punto de residencia, reservándoles la dirección de las variaciones. Es un puro convencionalismo de imaginación buscar en el carácter personal del individuo la condición de iniciación de la variedad, ó de la especie nueva, y querer explicar la acentuación de los caracteres de la pareja progenitora en las generaciones siguientes por la influencia de la cópula entre parientes estrictamente consanguíneos, circunstancia precisamente que tiene grandes desventajas para las formas vivas. En esta arbitraria hipótesis no queda naturalmente trecho alguno para la selección natural. El aislamiento local sufre una disminución considerable, porque se rebajan tanto las barreras de separación que no pueden considerarse más que como un obstáculo imaginario á la dispersión. La emigración á través de una barrera natural deja de ser una condición necesaria para la formación de una especie nueva. Toda separación local, todo aislamiento local, como por ejemplo la dispersión en distintos brazos ó á diferentes profundidades de un mismo lago de agua dulce; cualquier causa topográfica que favorezca la formación periódica de una colonia separada, no sólo puede, sino que debe dar por resultado cierto cambio morfológico de la forma originaria y por regla general la formación de una nueva subespecie, sin necesidad de emigraciones á través de las barreras de una alta montaña, de un mar ó de un desierto. La teoría de la separación en esta nueva forma se mantiene en el mismo sentido que antes, é implica una contradicción completa del darwinismo, sin sustituir la selección natural con otro principio que explique mejor el transformismo.

(1) M. Wagner: *Ueber den Einfluss der geographischen Isolirung und Colonienbildung auf die morphologischen Veranderungen der Organismen. Sitzungsberichte der k. Akademie zu Munchen*, 1870.

2. Otra objeción sostenida por varios, y especialmente por Mivart (1), se refiere á la insuficiencia de la selección natural para explicar los grados mínimos iniciales de la modificación, ya que ésta no puede reportar utilidad al organismo hasta que la acentuación obtenida en el curso de las generaciones pueda ponerla en evidencia. La analogía que presenta el color de muchos animales con el del punto de su residencia; la semejanza de muchos insectos con los objetos que los rodean, como por ejemplo hojas, ramas secas, flores, excrementos de pájaros, no puede explicarse por la teoría de la selección sino suponiendo que la propiedad en cuestión presentó desde su primera aparición cierto grado de coincidencia, cierta grosera semejanza con los objetos naturales exteriores. Si en los animales domésticos, cuya forma progenitora vive en estado salvaje, como por ejemplo el conejo, y se distingue por una coloración notoriamente útil, observamos una extraordinaria variabilidad en los colores de la piel, estaremos perfectamente autorizados para deducir que estos colores han cambiado varias veces en los conejos silvestres ó en sus formas progenitoras; pero se conservaron con preferencia los colores grises porque tenían más ventajas para la defensa, y en el curso de las generaciones se fijaron y quedaron como color constante. En muchos casos pueden ser útiles pequeñas variaciones. Darwin consigna con plena razón que en los insectos que son perseguidos por pájaros y otros enemigos de gran potencia visual, cada grado de semejanza, que disminuye el peligro de ser descubierto, favorece la conservación y la reproducción, y nota, por ejemplo, respecto del *Ceroxilus laceratus*, que según Wallace se parece á una varilla cubierta de musgo, que este insecto ha variado probablemente varias veces en las irregularidades de su superficie y en el color de la misma, hasta que ha llegado á ser más ó menos verde. De igual manera procura Darwin (2) explicar una serie de ejemplos aducidos por Mivart como prueba de que la selección natural no puede explicar el principio del cambio de caracteres (las barbas de la ballena, la forma asimétrica de los pleuronécidos, la situación de los ojos en un mismo lado, la cola prensil de

(1) Mivart: *On the genesis of species*, Londres, 1871.
 (2) C. Darwin, l. c. 5. *Auflage*, págs. 248-269.

los monos, las pedicelarias de los equinodermos, las avicularias de los briozoarios, etc.).

3. Una tercera objeción presentada por Bronn, Broca, Nageli (1) y A. Braun (2) contra el principio de utilidad en la selección natural, parte del hecho de que muchos caracteres no reportan utilidad alguna al que los posee, y por lo tanto no pueden ser producidos por la selección natural. Es preciso consignar, como lo ha hecho Darwin, que estamos muy poco, ó nada, informados sobre la significación y utilidad de muchos caracteres, y que lo que hoy no reporta en realidad ventaja alguna, en otros tiempos y en otras condiciones puede haberlas reportado. En todo caso es preciso reconocer que, por efecto de causas físicas especiales, se producen simultáneamente en gran número de individuos variaciones individuales insignificantes, ó profundas é importantes, sin relación con utilidad alguna.

Darwin mismo hace esta importante concesión en estas palabras: *Antes concedía yo poco valor á la frecuencia é importancia de las modificaciones sobrevenidas como consecuencia de la variabilidad espontánea.*

Dicho se está que con esto no se contradice la eficacia de la selección natural; únicamente se acepta la posibilidad de que, sin auxilio de ella, se produzcan por otros medios muchas disposiciones naturales que no dependen de la adaptación. Darwin mismo no creía que la selección natural pudiese explicar por sí sola el desarrollo y forma de la organización, y refería la correlación del crecimiento y las variaciones de diversos órganos á leyes inmanentes de formación.

4. Con esta objeción va enlazada otra consideración mucho menos oportuna de Nageli, quien observa que las dos circunstancias en que se da á conocer la organización elevada, la diversidad morfológica y la división del trabajo llevada á su último extremo, son en las plantas independientes una de otra, al paso que se relacionan íntimamente, por regla general, en el reino animal; esta aparente contradicción se explica por la insuficiencia de nuestros

(1) C. Nageli: *Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art*, Munich, 1865.

(2) A. Braun, pág. 102.

conocimientos actuales sobre las funciones de muchas particularidades morfológicas de los vegetales. También en los animales puede ser desempeñada una misma función por órganos morfológicamente distintos, y un mismo órgano puede desempeñar fisiológicamente varias funciones. Por esta razón, sólo en casos excepcionales, y principalmente cuando se trata de órganos que por el desuso han sufrido una disminución, se puede hablar de órganos de valor puramente morfológico, y se ha de buscar en la ley de la herencia su razón de ser. En cuanto á la pretendida inutilidad de muchas partes del cuerpo, ha consignado oportunamente Darwin que, hasta en animales superiores y bien conocidos, existen muchos órganos bastante desarrollados para que nadie dude de su importancia, y sin embargo su uso es desconocido ó sólo se conoce desde hace poco tiempo. Respecto de las plantas, recuerda las notables particularidades de estructura de las flores de orquídeas, cuyas diferencias eran consideradas hace pocos años como caracteres puramente morfológicos. Merced á las investigaciones de Darwin (1), H. Muller y Kerner, está demostrado que aquellas particularidades tienen para la fecundación con el auxilio de insectos una gran importancia, y probablemente son adquiridas por selección natural. Se sabe igualmente en la actualidad que la diferencia de longitud de los estambres y pistilos y su colocación en las plantas dimorfas y trimorfas son de esencial utilidad. Hermann Muller (2), en conformidad con C. Sprengel, ha demostrado minuciosamente que la forma y color de las plantas no tiene una significación exclusivamente morfológica, sino que son esencialmente determinados por adaptación y tienen múltiples relaciones con el género de vida de los insectos, y J. Sachs (3) ha demostrado que las venillas de las hojas, consideradas hasta ahora como un detalle puramente morfológico, desempeñan un papel en el aflujo y reflujó de la substancia nutritiva y en el despliegue de la capa asimiladora de clorofila.

5. Incurrir también en un error Nageli al deducir, como con-

(1) C. Darwin: *Ueber die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insecten*, etc., traducido por Bronn, Stuttgart, 1862.

(2) H. Muller: *Die Befruchtung der Blumen durch Insecten und die gegenseitigen Anpassungen beider*, Leipzig, 1873.

(3) J. Sachs: *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, Leipzig, 1882.

secuencia de la teoría de Darwin, la hipótesis de que los caracteres indiferentes deben ser variables, y los útiles, por el contrario, han de ser constantes. Precisamente los caracteres indiferentes, fijándose por herencia en el curso de innumerables generaciones, han de ser absoluta ó casi absolutamente constantes, como sucede justamente con aquellos caracteres que determinan las categorías sistemáticas. Por otra parte, las propiedades útiles no suelen haber llegado en todos los casos al límite extremo de la utilidad que pueden proporcionar al organismo, y pueden llegar á ser más útiles, sobre todo si cambian las condiciones biológicas. Al indicar Nageli que las condiciones de situación y de agrupación colectiva de las células y de los órganos, á título de particularidades puramente morfológicas, deberían cambiar con la mayor facilidad, y en realidad son los caracteres más constantes y tenaces tanto en el estado salvaje como en el de domesticidad, afirma precisamente lo contrario de lo que se deduce del principio de Darwin. Y al consignar más adelante que en una planta que tiene las hojas opuestas y las flores en verticilos tetrámeros, antes se conseguiría inferir en las hojas todas las variaciones posibles referentes á las funciones que cambiar en espiral la disposición opuesta de las mismas, por las dos razones antes expuestas, no podemos ponernos de acuerdo con él. Por una parte sería aventurado afirmar que estos caracteres llamados morfológicos, que en la actualidad nos parecen inútiles y por lo tanto sin significación para la lucha por la existencia, hubieran carecido de toda importancia en la época de su aparición, y por otra sería exigir demasiado al alcance y poder de la variabilidad pretender de ella, fuera de casos excepcionales y por completo anormales, variaciones de caracteres profundamente impresos y que por la transmisión hereditaria han llegado á adquirir la constancia suficiente para determinar el orden, la clase y hasta el tipo.

6. Con más razón que estos órganos de valor indiferente, cuya utilidad para la existencia de las especies es, cuando menos, difícil de vislumbrar, podrían aducirse como una contradicción al principio de la selección aquellos otros que en mayor ó menor grado son perjudiciales. E. Haeckel ha sacado á plaza este punto de vista, pero en sentido inverso, esto es, en pro de la exactitud de la teoría de la descendencia, cuyo único y verdadero principio fundamental

es para él la selección, y uniendo aquellos hechos con los de órganos rudimentarios ha creído poder fundar una teoría especial á la que ha dado el nombre de *diteleología*, para impugnar la hipótesis de una fuerza formativa que obra con un objeto final, y de una causa final teleológica. Positivamente la teoría de los órganos rudimentarios es perfectamente adecuada para privar á la realidad de la descendencia de un testimonio de mucho peso. Pero así como la disteleología que á ella va ligada no refuta la existencia de una causa final como razón primera de la existencia del universo, tampoco puede aquélla utilizarse en pro de la teoría de la descendencia, tan sólidamente apoyada en la selección. Sería, por el contrario, un argumento poderoso contra la eficacia de la selección, porque ésta no puede fomentar más que propiedades ventajosas y convenientes para la especie, y en todo caso se probaría que al lado de este principio intervienen otras causas fundadas en las leyes morfológicas.

Sólo un estudio superficial de la naturaleza puede inducir á creer en una disteleología, que en realidad se apoya en una mala inteligencia. Aunque á primera vista nos parezcan los órganos rudimentarios inútiles y tal vez perjudiciales, examinados más minuciosamente llegaremos con frecuencia á reconocer su importancia; así por ejemplo, los ganchos anales de las boas, el esternón rudimentario de la serpiente ciega, y los dientes rudimentarios en el estado embrionario de la ballena. En el caso mismo en que nosotros no acertamos á ver la utilidad, como por ejemplo en el de los ojos rudimentarios ocultos bajo la piel en los habitantes de las cavernas, prescindiendo de lo incompleto de nuestros conocimientos respecto á las complicadas condiciones de la correlación orgánica, no podemos dejar de tomar en consideración que la regresión es en la economía orgánica un fenómeno altamente útil para el desarrollo de otros órganos de primera importancia funcional, y que caso de que no llegue á determinar la desaparición completa, implica una utilidad la conservación de un resto mínimo de órgano, por cuanto puede, si las condiciones varían, servir de punto de partida de una neoformación adecuadamente modificada.

7. Ha formulado Nageli otra objeción mucho más digna de ser tomada en cuenta, porque parece adecuada para evidenciar la insuficiencia de la selección natural como principio *exclusivo* de ex-

plicación. Al principio pudo haber no más que pocas especies de organismo simple constituido por protoplasma y sarcoda, protofitos y protozoos unicelulares. Dado lo limitado de la concurrencia y la uniformidad de las condiciones exteriores en toda la superficie de la tierra, faltaban estímulos que debiesen promover el origen de variaciones útiles. Aquí se suscita á la teoría de la descendencia una cuestión oscura y difícil, que no se puede contestar rotunda y terminantemente. Aunque no estemos completamente de acuerdo con Nageli en que la teoría utilitaria no puede explicar por qué se desarrollan seres más complicados y de organización más elevada, hemos de convenir en la uniformidad relativa de los seres primitivos, y en la falta de impulsor suficiente y adecuado para promover la posibilidad del desarrollo de la diversidad de seres de organización superior. Respecto al primer punto hace observar Darwin que la actividad constante de la selección natural podría explicar la tendencia á la evolución progresiva de los seres orgánicos, pues que la mejor definición que puede darse de una medida elevada de organización consiste en considerarla al grado en que las partes han llegado á especializarse ó á diferenciarse, y la selección natural se propone este objeto, en tanto que por su medio se ponen las partes en estado de ejecutar más eficazmente sus funciones. La selección natural presupone, por el contrario, como consecuencia suya una especialización orgánica unida á la división del trabajo, y una multiplicidad en la estructura y modo de vida de los organismos que no puede ofrecer, en medio de condiciones exteriores uniformes, la existencia de un número limitado de especies de sencilla conformación por numeroso que sea el conjunto de sus individuos.

Por estas razones no podemos discutir la insuficiencia de la selección natural y de la teoría utilitaria que en ella se funda, como *principio exclusivo de explicación*, y menos aún, cuando no es posible pensar que toda la complicada organización de las plantas y de los animales superiores se haya perfeccionado sólo por adaptación útil desde lo más incompleto, convirtiéndose las plantas unicelulares microscópicas en plantas fanerógamas, ó para hablar de los animales, el amibo en un pólipo y la planula en un vertebrado, por el solo hecho de la lucha por la existencia á través de innumerables generaciones. Con el solo auxilio de la selección es imposible

comprender *la necesidad de la dirección determinada de la gran ley de la evolución, expresada en los innumerables y diversos grados de organización y particularidades del sistema*. Así se explican las diversas tentativas que se han hecho en busca de otro principio de explicación que llene los vacíos que se encuentran; pero desgraciadamente se echa de ver al primer examen que todas estas tentativas carecen de fundamento verdadero y positivo, y, en vez de explicar, lo que hacen es circunscribir las condiciones inexplicables.

TEORÍA MECÁNICO-FISIOLÓGICA

DE LA DOCTRINA DE LA DESCENDENCIA, DE NAGELI

Entre tales tentativas ocupa el primer término la teoría del perfeccionamiento, formulada por Nageli, que adelanta la hipótesis de que las variaciones individuales no se hacen indeterminada y uniformemente en todas direcciones, sino que se dirigen preferentemente y con orientación determinada hacia una organización más complicada y perfecta; «el proceso de modificación sigue como un plan de evolución determinada, aunque sin intervención sobrenatural y sí en virtud de una tendencia inmanente del organismo al perfeccionamiento.» Juntamente con la selección natural, que sólo obra como correctivo y explica el desarrollo de particularidades fisiológicas, se ha de suponer un principio de perfeccionamiento que influya en la conformación de los caracteres morfológicos.

Se notará desde luego que Nageli, teniendo conocimiento exacto del vacío de las anteriores teorías, vacío de que tuvo conciencia Lamarck en su teoría de la adaptación, al querer dar una explicación que lo llenase no ha hecho más que introducir una frase, y al aceptarla se ha formado la idea de que ha dado una explicación. En realidad la expresión «tendencia al perfeccionamiento y teoría del perfeccionamiento» no es otra cosa que la explicación de la antigua frase, tan abusivamente empleada en otros tiempos, del impulso formativo ó nusus formativo de la embriología individual á la filogénica. Otro tanto puede decirse del principio de la «variación determinadamente dirigida» ó del desarrollo por causas internas,

plicación. Al principio pudo haber no más que pocas especies de organismo simple constituido por protoplasma y sarcoda, protofitos y protozoos unicelulares. Dado lo limitado de la concurrencia y la uniformidad de las condiciones exteriores en toda la superficie de la tierra, faltaban estímulos que debiesen promover el origen de variaciones útiles. Aquí se suscita á la teoría de la descendencia una cuestión oscura y difícil, que no se puede contestar rotunda y terminantemente. Aunque no estemos completamente de acuerdo con Nageli en que la teoría utilitaria no puede explicar por qué se desarrollan seres más complicados y de organización más elevada, hemos de convenir en la uniformidad relativa de los seres primitivos, y en la falta de impulsor suficiente y adecuado para promover la posibilidad del desarrollo de la diversidad de seres de organización superior. Respecto al primer punto hace observar Darwin que la actividad constante de la selección natural podría explicar la tendencia á la evolución progresiva de los seres orgánicos, pues que la mejor definición que puede darse de una medida elevada de organización consiste en considerarla al grado en que las partes han llegado á especializarse ó á diferenciarse, y la selección natural se propone este objeto, en tanto que por su medio se ponen las partes en estado de ejecutar más eficazmente sus funciones. La selección natural presupone, por el contrario, como consecuencia suya una especialización orgánica unida á la división del trabajo, y una multiplicidad en la estructura y modo de vida de los organismos que no puede ofrecer, en medio de condiciones exteriores uniformes, la existencia de un número limitado de especies de sencilla conformación por numeroso que sea el conjunto de sus individuos.

Por estas razones no podemos discutir la insuficiencia de la selección natural y de la teoría utilitaria que en ella se funda, como *principio exclusivo de explicación*, y menos aún, cuando no es posible pensar que toda la complicada organización de las plantas y de los animales superiores se haya perfeccionado sólo por adaptación útil desde lo más incompleto, convirtiéndose las plantas unicelulares microscópicas en plantas fanerógamas, ó para hablar de los animales, el amibo en un pólipo y la planula en un vertebrado, por el solo hecho de la lucha por la existencia á través de innumerables generaciones. Con el solo auxilio de la selección es imposible

comprender *la necesidad de la dirección determinada de la gran ley de la evolución, expresada en los innumerables y diversos grados de organización y particularidades del sistema*. Así se explican las diversas tentativas que se han hecho en busca de otro principio de explicación que llene los vacíos que se encuentran; pero desgraciadamente se echa de ver al primer examen que todas estas tentativas carecen de fundamento verdadero y positivo, y, en vez de explicar, lo que hacen es circunscribir las condiciones inexplicables.

TEORÍA MECÁNICO-FISIOLÓGICA

DE LA DOCTRINA DE LA DESCENDENCIA, DE NAGELI

Entre tales tentativas ocupa el primer término la teoría del perfeccionamiento, formulada por Nageli, que adelanta la hipótesis de que las variaciones individuales no se hacen indeterminada y uniformemente en todas direcciones, sino que se dirigen preferentemente y con orientación determinada hacia una organización más complicada y perfecta; «el proceso de modificación sigue como un plan de evolución determinada, aunque sin intervención sobrenatural y sí en virtud de una tendencia inmanente del organismo al perfeccionamiento.» Juntamente con la selección natural, que sólo obra como correctivo y explica el desarrollo de particularidades fisiológicas, se ha de suponer un principio de perfeccionamiento que influya en la conformación de los caracteres morfológicos.

Se notará desde luego que Nageli, teniendo conocimiento exacto del vacío de las anteriores teorías, vacío de que tuvo conciencia Lamarck en su teoría de la adaptación, al querer dar una explicación que lo llenase no ha hecho más que introducir una frase, y al aceptarla se ha formado la idea de que ha dado una explicación. En realidad la expresión «tendencia al perfeccionamiento y teoría del perfeccionamiento» no es otra cosa que la explicación de la antigua frase, tan abusivamente empleada en otros tiempos, del impulso formativo ó nusus formativo de la embriología individual á la filogénica. Otro tanto puede decirse del principio de la «variación determinadamente dirigida» ó del desarrollo por causas internas,

que encontramos expuesto en los escritos de Askenasy (1) y de Braun (2), naturalistas que aceptan la exactitud de la teoría de la descendencia al atribuir con Darwin la afinidad morfológica de las especies á la comunidad de su descendencia.

En la obra recientemente publicada (3) no ha logrado llegar á mejor explicación, á pesar de su tipo de construcciones moleculares. Cuando distinguimos, con razón, las causas *internas*, ó sea las condiciones del desarrollo progresivo que residen en el substrato material del organismo, en la materia organizada, de las causas externas ó factores pertenecientes á las condiciones biológicas, como lo había hecho Lamarck al atribuir á las primeras la sucesiva gradación de los organismos y á las segundas las variadas adaptaciones que se refieren al efecto del uso ó no uso, preciso es que nos demos cuenta de que las causas internas son por ahora completamente inaccesibles á nuestro examen. Nageli se engaña á sí mismo cuando cree haber dado con su teoría una explicación mecánico-fisiológica, y su error merece señalarse con tanto más motivo cuanto este naturalista empequeñece el trabajo pasado y futuro de los morfologistas hasta reducirlo á un simple acopio de materiales de cuyo aprovechamiento han de encargarse los fisiólogos. Ahora bien, ¿conseguiremos formarnos idea de la esencia del perfeccionamiento progresivo, al par de la evolución orgánica, atribuyendo al simple pelotón de protoplasma la tendencia á formar cuerpos protoplasmáticos de estructura más complexa y por lo tanto más perfecta, é imaginando que éste es el principio de una serie ascendente de movimiento progresivo, y señalando como causa mecánica del desarrollo del reino orgánico la persistencia en el perfeccionamiento desde lo simple á lo complejo? Parece justo en realidad considerar al protoplasma germinal, según lo han hecho otros naturalistas, como el *substratum* de las disposiciones hereditarias, é imaginarse contenidos potencialmente en el *idioplasma* todos los caracteres del organismo adulto; pero habremos llegado á darnos una expli-

(1) Askenasy: *Beitrage zur Kritik der Darwinischen Lehre*, Leipzig, 1872.

(2) A. Braun: *Ueber die Bedeutung der Entwicklung in der Naturgeschichte*, Berlin, 1872.

(3) C. Nageli: *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, Munich y Leipzig, 1884.

cación con sólo construir por artificio de nuestra imaginación la constitución molecular del idioplasma en analogía con el organismo desarrollado, con imaginarnos una infinita variedad en la agrupación de las partículas más diminutas (micelas), y con suponer como consecuencia en los fenómenos químicos y plásticos combinaciones innumerables de fuerzas activas y variedades innumerables, que sean á su vez causa de multitud de diferencias en el crecimiento, en la organización interna, en la conformación exterior y en las funciones. ¿Se habrá despojado algo de su nebulosa esencia al impulso formativo (*nisus formativus*) por sustituirlo por las modificaciones sucesivas que se realizan en el idioplasma, y por las influencias variables que determina el despliegue de los rudimentos en él contenidos? Las cuestiones que naturalmente surgen respecto á los fenómenos de que dependen estas modificaciones y al concepto que debemos formar de la acción de las circunstancias exteriores, han sido planteadas por Nageli; pero no le ha sido posible darles solución, ni siquiera ha podido dar una idea satisfactoria de la estructura del sistema idioplástico (que supone en forma de cordones anastomosados constituyendo una red), y antes bien concede que está aún por descubrir el carácter de la configuración (no geométrica sino filogénica), cuyo conocimiento resolvería «el mayor de los enigmas de la doctrina de la descendencia.» ¿Responde á las exigencias de una explicación fisiológica la idea de suponer descompuestos en sus últimos elementos en el idioplasma los caracteres, órganos, aparatos y funciones del organismo, é imaginarse que el idioplasma despliega los rudimentos de los diversos órganos á la manera que el pianista hace salir de su instrumento las armonías, y disonancias de un trozo de música, y á renglón seguido de este juego de fantasía hacer la concesión de que la forma y modo como se realiza la comunicación de los movimientos entre las series de micelas que están en comunicación dinámica, es un secreto para la fisiología molecular? ¿Es posible creer en serio que con estas construcciones, mecánicas en su concepción, pero tan artificiales como arbitrarias, se puede haber fundado una teoría para dar solución al gran problema de las leyes morfológicas y á la evolución genética que es su consecuencia? La tendencia al perfeccionamiento inmanente en la esencia de la organización no es menos

obscura que la causa de la gradación sucesiva del organismo, tenida por Lamarck como inexplicable, y en último término vienen las dos á ser en esencia una misma cosa; al paso que con la adaptación de Lamarck, debida á la acción de las influencias exteriores, queda reducido el principio de la selección de Darwin á una influencia limitada al deslinde previo de las especies mediante la desaparición de las formas intermedias en los dos reinos. Según Nageli, las condiciones mecánicas de la producción de las formas residen en el perfeccionamiento (progresión) y en la adaptación, al paso que la competencia y consiguiente desaparición, ó sea el darwinismo propiamente dicho, es sólo la condición mecánica para producir vacíos en los dos reinos orgánicos. Según esta manera de ver, no sólo se negaría á la selección su influencia en la formación de nuevas especies y variedades á expensas de especies existentes de más antiguo, sino que se renunciaría á la explicación de la utilidad orgánica y de las innumerables reciprocidades útiles de los organismos.

TEORÍA DE WEISMANN DE LA CONTINUIDAD DEL PLASMA GERMINAL
Y DE SUS VARIACIONES COMO CAUSA DE VARIABILIDAD (1)

La convicción de que las condiciones fundamentales de la transmutación han de buscarse en el interior del organismo y en la estructura molecular del protoplasma, ha dado ocasión á que se formule otra teoría digna de atención, que en realidad ofrece varios puntos de contacto con la de Nageli, pero difiere de ella en circunstancias esencialísimas y especialmente en que mantiene enhiesta la acción poderosa de la selección y con ella la noción de utilidad en el sentido darwiniano. En cambio pone Weismann en tela de juicio, y en esto se separa esencialmente de Darwin, la herencia de los caracteres adquiridos. Esta negación trae consigo la necesidad de buscar otras causas á la variabilidad, haciéndola derivar de causas internas y reservando á la selección toda su importancia en general.

(1) A. Weismann: *Ueber die Vererbung*, Jena, 1883; el mismo: *Ueber die Continuitat des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung*, Jena, 1885; el mismo: *Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selectionstheorie*, Jena, 1886.

Partiendo de este punto de vista llegó Weismann á las dos hipótesis sobre la continuidad del plasma germinativo y sobre la importancia de la reproducción sexual.

Eminentes fisiólogos habían ya enunciado la idea de que la transmisión hereditaria de los caracteres adquiridos durante la vida del individuo era una hipótesis indemostrable é insostenible. La dificultad, diremos mejor, la imposibilidad de explicar mecánicamente la transmisión de las variaciones causadas por las influencias exteriores en la vida del individuo al plasma germinativo de los órganos sexuales, dificultad no superada por Darwin con la *pangénesis*, fué para muchos motivo suficiente para poner en duda la herencia de los caracteres adquiridos. Suprimida esta hipótesis, no sólo pierde de su actual importancia la adaptación directa en el sentido de Lamarck, sino que el alcance de la selección queda limitado al supuesto de que sólo utiliza *las modificaciones útiles que están de antemano potencialmente contenidas en el plasma germinativo*. La selección ejecuta su trabajo, no con las cualidades del organismo adulto «sino con los rudimentos de cualidades útiles albergados en la célula germinativa.» Todas las particularidades que durante su vida ha adquirido el individuo, ya por el uso exagerado ó deficiente, ya por el ejercicio habitual, ya más pasivamente por la acción de las circunstancias exteriores, todas ellas las pierde con su muerte y no intervienen ulteriormente en la vida de la especie. Únicamente lo que tiene su causa en la cualidad de la substancia germinativa y existía en estado de rudimento en ella, es lo que se transmite á los descendientes y puede inferir una variación permanente en las sucesivas generaciones. La preferencia que se decide en la lucha por la existencia entre individuos de constitución desigualmente ventajosa, está reservada al que en sus células sexuales contiene los rudimentos del descendiente más aventajado, y la selección trabaja, estrictamente hablando, sólo con los rudimentos germinales, cuya herencia sólo es comprensible en el supuesto de que el substrato del plasma germinativo se mantiene en no interrumpida continuidad en toda la cadena de las sucesivas generaciones. *La continuidad del plasma germinal* es, por tanto, la hipótesis necesaria de la teoría de Weismann y la continuidad directa, en el sentido de que una parte del plasma germinativo contenido

obscura que la causa de la gradación sucesiva del organismo, tenida por Lamarck como inexplicable, y en último término vienen las dos á ser en esencia una misma cosa; al paso que con la adaptación de Lamarck, debida á la acción de las influencias exteriores, queda reducido el principio de la selección de Darwin á una influencia limitada al deslinde previo de las especies mediante la desaparición de las formas intermedias en los dos reinos. Según Nageli, las condiciones mecánicas de la producción de las formas residen en el perfeccionamiento (progresión) y en la adaptación, al paso que la competencia y consiguiente desaparición, ó sea el darwinismo propiamente dicho, es sólo la condición mecánica para producir vacíos en los dos reinos orgánicos. Según esta manera de ver, no sólo se negaría á la selección su influencia en la formación de nuevas especies y variedades á expensas de especies existentes de más antiguo, sino que se renunciaría á la explicación de la utilidad orgánica y de las innumerables reciprocidades útiles de los organismos.

TEORÍA DE WEISMANN DE LA CONTINUIDAD DEL PLASMA GERMINAL
Y DE SUS VARIACIONES COMO CAUSA DE VARIABILIDAD (1)

La convicción de que las condiciones fundamentales de la transmutación han de buscarse en el interior del organismo y en la estructura molecular del protoplasma, ha dado ocasión á que se formule otra teoría digna de atención, que en realidad ofrece varios puntos de contacto con la de Nageli, pero difiere de ella en circunstancias esencialísimas y especialmente en que mantiene enhiesta la acción poderosa de la selección y con ella la noción de utilidad en el sentido darwiniano. En cambio pone Weismann en tela de juicio, y en esto se separa esencialmente de Darwin, la herencia de los caracteres adquiridos. Esta negación trae consigo la necesidad de buscar otras causas á la variabilidad, haciéndola derivar de causas internas y reservando á la selección toda su importancia en general.

(1) A. Weismann: *Ueber die Vererbung*, Jena, 1883; el mismo: *Ueber die Continuitat des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung*, Jena, 1885; el mismo: *Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selectionstheorie*, Jena, 1886.

Partiendo de este punto de vista llegó Weismann á las dos hipótesis sobre la continuidad del plasma germinativo y sobre la importancia de la reproducción sexual.

Eminentes fisiólogos habían ya enunciado la idea de que la transmisión hereditaria de los caracteres adquiridos durante la vida del individuo era una hipótesis indemostrable é insostenible. La dificultad, diremos mejor, la imposibilidad de explicar mecánicamente la transmisión de las variaciones causadas por las influencias exteriores en la vida del individuo al plasma germinativo de los órganos sexuales, dificultad no superada por Darwin con la *pangénesis*, fué para muchos motivo suficiente para poner en duda la herencia de los caracteres adquiridos. Suprimida esta hipótesis, no sólo pierde de su actual importancia la adaptación directa en el sentido de Lamarck, sino que el alcance de la selección queda limitado al supuesto de que sólo utiliza *las modificaciones útiles que están de antemano potencialmente contenidas en el plasma germinativo*. La selección ejecuta su trabajo, no con las cualidades del organismo adulto «sino con los rudimentos de cualidades útiles albergados en la célula germinativa.» Todas las particularidades que durante su vida ha adquirido el individuo, ya por el uso exagerado ó deficiente, ya por el ejercicio habitual, ya más pasivamente por la acción de las circunstancias exteriores, todas ellas las pierde con su muerte y no intervienen ulteriormente en la vida de la especie. Únicamente lo que tiene su causa en la cualidad de la substancia germinativa y existía en estado de rudimento en ella, es lo que se transmite á los descendientes y puede inferir una variación permanente en las sucesivas generaciones. La preferencia que se decide en la lucha por la existencia entre individuos de constitución desigualmente ventajosa, está reservada al que en sus células sexuales contiene los rudimentos del descendiente más aventajado, y la selección trabaja, estrictamente hablando, sólo con los rudimentos germinales, cuya herencia sólo es comprensible en el supuesto de que el substrato del plasma germinativo se mantiene en no interrumpida continuidad en toda la cadena de las sucesivas generaciones. *La continuidad del plasma germinal* es, por tanto, la hipótesis necesaria de la teoría de Weismann y la continuidad directa, en el sentido de que una parte del plasma germinativo contenido

en la ovicélula paterna no se emplea en la formación del individuo hijo, sino que queda en *reserva* para formar las células germinativas del mismo hijo. La formación de la nueva generación de células germinativas aparece, por consiguiente, como un fenómeno del crecimiento y de la asimilación, mediante el cual el *mínimum* del plasma germinal llegado al organismo del descendiente, se convierte en materia y se desarrolla en rudimentos sexuales del mismo. Según la comparación de Weismann, la vida del protoplasma se puede representar en forma de una raíz que se alarga indefinidamente y de la cual salen de trecho en trecho brotecillos, individuos de las generaciones sucesivas, que constituyen no más que accesorios subalternos.

Quedaba por resolver la cuestión capital de por qué causas se infiere la variabilidad en la estructura molecular del protoplasma germinativo, y cómo se realiza por la acción de ellas la sucesión fija y ordenada que explique la evolución gradual desde lo inferior á lo superior, ó sea desde el protoplasma al mamífero. La primera de estas cuestiones la resuelve Weismann refiriéndola á la esencia y primitivo origen de la reproducción sexual, que de antiguo se hace derivar generalmente del proceso de conjugación de los protozoos y protofitos. En los organismos unicelulares, en cuyo cuerpo protoplasmático no se diferencian aún las células germinativas y las células orgánicas, las causas exteriores determinan las variaciones individuales y provocan las modificaciones, que, por más que sean adquiridas durante la vida del individuo, se transmiten por herencia á los descendientes. En la reproducción por segmentación, que es la predominante y sólo accidentalmente alterna con la conjugación, la substancia corporal del organismo del hijo y del de la madre subsiste en inmediata continuidad, á la manera de un retoño, al cual se transmiten directamente los caracteres de la planta. Se puede considerar, por lo tanto, la variabilidad individual hereditaria de los organismos unicelulares como la causa de las modificaciones de las células germinativas y de la variabilidad individual que de ellas es consecuencia en los metazoos y metafitos, ó lo que es lo mismo, estas modificaciones germinativas provienen de los procesos vital y reproductivo de los unicelulares, que por intermedio de colonias celulares homogéneas dan origen á formas representativas de tran-

sición, de las que proceden los animales y plantas multicelulares. Los individuos, procedentes unos de otros por segmentación, se mantuvieron unidos, en ventaja de su conservación, formándose primero pequeñas colonias de células homogéneas, que á título de elementos indiferentes atendían todos por igual á las funciones de nutrición y de reproducción. Más tarde se diferenciaron las células de la colonia en dos sentidos: tomando unas á su cargo la nutrición en su más amplia extensión, se convirtieron en células orgánicas, y encargáronse las otras exclusivamente de la reproducción con el carácter de células germinativas. Esta modificación útil á la conservación de la especie debía tener su causa en una variación germinal y estar preparada por un cambio en la estructura molecular del plasma germinativo. «Si en este estado, dice Weismann, la colonia, por una causa externa cualquiera, fructifica mejor y las formas moleculares contenidas potencialmente en sus células germinales, en vez de repartirse como hasta aquí por igual, al desarrollarse la colonia, entre todas las partes, lo hacen desigualmente, este hecho, que puede ocurrir por razón de la variabilidad existente, siempre daría por resultado que las células de la colonia adulta se desarrollarían desigualmente.» Una vez comenzado el proceso de diferenciación, para el cual nuestro autor, en lugar de *evidenciar la causa necesaria interna* de la formación pudo presentar como causa única de conservación el principio regulador de la selección, entra con él en acción la reproducción sexual, en la que intervienen los zoospermos y la ovicélula, que son células germinales diferenciadas, cuya conjugación da forma y determina en sus detalles de estructura molecular el plasma germinativo que se emplea en la producción del descendiente. La reproducción sexual es, por consiguiente, la que mantiene y acentúa la variabilidad individual adquirida por los unicelulares é infiere en la substancia germinativa el gran número de variaciones con que ejecuta su trabajo la selección, siempre que sean ventajosas y útiles. Según Weismann, la reproducción sexual ó dígena tiene la misión de mezclar las diferentes tendencias hereditarias y mediante esta mezcla *clasificar el material en diferencias individuales, mediante las cuales produce la selección nuevas especies.*

Si examinamos ahora la teoría de Weismann para juzgar de su verosimilitud intrínseca, encontraremos en ella dos puntos de vista

vulnerables, cuya defensa no podría hacerse con probabilidades de éxito. En primer término se niega casi en absoluto toda influencia á la vida del individuo en el origen de las modificaciones; el organismo, por sí propio, excepción hecha de los unicelulares, aparece en el proceso evolutivo, más que como un factor insignificante, como un apéndice pegado á la célula germinativa, del cual hace la naturaleza un juego sin utilidad ni objeto. En cambio la célula germinativa es, según la frase de Spitzer aceptada por Weismann, la forma verdaderamente creadora en el mundo orgánico, y la reproducción sexual el verdadero creador que combina la constitución molecular de las células germinativas en innumerables y siempre nuevas combinaciones y procura al proceso de selección la posibilidad de su eficacia.

En la realidad los términos del asunto, en cuanto nos enseña la observación y la experiencia, son precisamente todo lo contrario. Los individuos son los objetos reales de la naturaleza viviente, y en ellos y por ellos se realizan todas las manifestaciones orgánicas. Ellos son además los portadores del plasma germinativo, que no puede ser concebido sino como parte diferencial de todo el organismo y en dependencia con la vida del mismo. Todo lo que sobre él obra para constituirlo y modificarlo, ejerce necesariamente una influencia sobre el órgano que aloja el material asimilativo y formativo del plasma germinal. Y que así es no pudo ocultarse á Weismann, y hubo de reconocerlo al hacer una concesión que le hace incurrir en pecado de inconsecuencia, ya que no sea una contradicción funesta para la teoría. «Tal vez, dice Weismann, pueda sufrir modificación la estructura molecular del plasma germinativo por virtud de influencias de un mismo género que obren durante muy largo tiempo (1), y no puede negarse la posibilidad de que influencias de larga duración, esto es, que persisten á través de generaciones enteras, como temperatura, modo de alimentación, etc., y pueden afectar á las células germinativas como á cualquier otra parte del organismo, provoquen cambios en la constitución del plasma

(1) A. Weismann: *Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften*. *Biologisches Centralblatt*, 1866, tomo VI, número 2, página 38; además: *Ueber die Vererbung*, página 48.

germinal.» Por vía de atenuante de la anterior concesión dice más adelante: «Pero tales influencias no ocasionarian en ningún caso alteraciones individuales, sino que necesariamente modificarían de igual manera á todos los individuos de la misma especie que habitasen en un recinto determinado.» En este supuesto se reduce la posibilidad de explicar por la acción del cambio de condiciones exteriores la formación de variedades climatéricas y otras manifestaciones de la variación. Pero una vez concedida esta adaptación potencial, como podemos llamarla con E. Haeckel, respecto de modificaciones, cualesquiera que ellas sean, ocurridas como consecuencia de condiciones exteriores, no se comprende por qué razón no se le ha de conceder en el mismo sentido una influencia indirecta sobre la estructura del plasma germinativo en un gran número de casos en que el organismo reacciona más activamente por el mayor ó menor uso de los órganos, con tal que la adaptación funcional hubiese obrado permanentemente en una dirección determinada por tiempo bastante y á través de muchas generaciones. Entonces no quedarían excluidas de la herencia en los metazoos toda la multitud de caracteres adquiridos y podría darse por vencida una de las más grandes dificultades que fué motivo y objeto de la teoría de Weismann.

Si no existiera hoy por hoy hecho alguno positivo que nos diera prueba indiscutible de la herencia de los caracteres adquiridos, vendría á contrabalancear su falta una serie de fenómenos cuya explicación es imposible sin esa hipótesis. Precisamente respecto de las adaptaciones funcionales, como llama oportunamente Roux (1) á los caracteres adquiridos por el individuo en virtud del uso y del ejercicio, las consideraciones de este naturalista sobre la lucha de las partes en el organismo nos imponen con claridad convincente la necesidad de resolver la cuestión en sentido afirmativo. Si la acción de la adaptación funcional no fuese en absoluto transmisible por herencia, sería necesario que en el desarrollo de los órganos lo que la adaptación funcional hubiera hecho simultáneamente en pro de la utilidad en mil partes del organismo, lo fuesen adquiriendo de nuevo miles de generaciones mediante variaciones accidentales y

(1) G. Roux: *Der Kampf der Theile im Organismus*, Leipzig, 1881.

mediante la selección. En cambio, si se transmiten á los descendientes las modificaciones adquiridas y conservadas á través de varias generaciones, se hallará explicación á un gran número de adaptaciones útiles del organismo animal, por más que la adaptación sea en sí misma poco explicable.

Las adaptaciones funcionales, juntamente con la acción de la selección natural, son las nociones más útiles y trascendentales que en el terreno de los hechos puramente mecánicos nos ha dado á conocer la ciencia, y las que han sido objeto de explicación hasta donde la explicación es posible. Renunciando á utilizar sus ventajas, nos quedaríamos reducidos, como Nageli y Weismann, á los misteriosos fenómenos que se desenvuelven en la intimidad del idioplasma y de las células germinativas, fenómenos que en teoría podemos ciertamente imaginarnos como modificaciones mecánico-moleculares, pero cuya marcha nos es desconocida y cuya verdadera causa está envuelta para nosotros en la más completa obscuridad. Tales son en conjunto las teorías de Nageli y Weismann, y no valga decir, como lo hace el último, que para fundar su teoría ha tomado en consideración el valor de un simple hecho positivo. Aunque sea también un hecho que en la fecundación se mezclan las tendencias hereditarias que se hallaban latentes en la ovícula y de la mezcla resulta un nuevo organismo con un conjunto de caracteres individuales que hasta entonces no había existido, no se explica con esto lo misterioso del fenómeno de que se trata, como no se disipa la obscuridad que rodea á la tendencia al perfeccionamiento de Nageli por alegar en su defensa algunas circunstancias positivas de la evolución progresiva en el sentido del perfeccionamiento. En uno como en otro caso queda oculta la verdadera causa de los fenómenos moleculares, y la obscuridad que envuelve el principio interno de evolución de Nageli como «fuerza filética especial» queda sobradamente compensada con el enigma que deja por resolver Weismann cuando pretende explicar por las tendencias hereditarias adquiridas por la reproducción sexual, juntas con la acción de la selección natural, toda la evolución orgánica desde el amibo en escala ascendente hasta el genio de un Laplace, sin el auxilio de ningún otro principio. Este orden evolutivo inmanente en el plasma germinativo inicial no es otra cosa en su esencia

que una fuerza filética misteriosa, sobre cuya causa eficiente sólo nos dan remotos indicios, así los fenómenos oportunamente dirigidos de la mecánica molecular, como las tendencias hereditarias y evolutivas de Weismann. En las variaciones admitidas por este autor se podrá reconocer la condición ó el motivo de la conformación especial de la estructura del plasma germinativo y de los movimientos de los fenómenos moleculares á ella correspondientes, pero nunca la causa eficiente del fenómeno. Tales condiciones guardan con la verdadera causa igual relación que la influencia de las condiciones exteriores, que provocan y ocasionan modificaciones de los organismos, pero no son la causa eficiente de ellas. Weismann se engaña por consiguiente cuando en oposición con la hipótesis de Nageli de un principio completamente desconocido, cree poder derivar las transformaciones de los organismos de fuerzas y fenómenos *conocidos*. En realidad se coloca en el mismo terreno de Nageli, en cuanto á la suposición de un principio evolutivo interno impulsor, aunque no formule la hipótesis y pretenda poder salir de su empeño sin recurrir á ella. Si Nageli erige en hipótesis la disposición al perfeccionamiento, en la creencia seguramente de poderlo razonar mecánicamente, Weismann tiene que admitir por necesidad una disposición determinadamente dirigida y con oportunidad ordenada en el plasma germinativo inicial, y fijar en éste la causa determinante desconocida; á menos de que en el principio y en todas las innumerables fases de las evoluciones sucesivas quiera atribuir á la casualidad el papel de dar origen á las modificaciones útiles de la estructura molecular del plasma germinativo, con las cuales pueda hacer su trabajo la selección para dar existencia en el transcurso del tiempo á toda la masa de seres vivos en todas las gradaciones de su organización. En este caso se daría á la casualidad la significación de principio universal, idea tachada de inverosímil y que debe ser rechazada como imposible por toda concepción filosófica del universo.

Notoriamente Weismann ha ido demasiado lejos en su menosprecio hacia la influencia de las condiciones exteriores sobre la transformación de los organismos, y ha perdido la base para poder hacer avanzar nuestras nociones en los fenómenos de la transmutación. El progreso y desenvolvimiento de la teoría de la descen-

dencia no estriba en la destrucción de las leyes fundamentales de Lamarck, ni en la simple negación de las adaptaciones directas que durante su vida experimenta el individuo, sino por el contrario en el estudio profundo de ellas y en su armonización con el principio de la selección. Y en este sentido ha comenzado ya la fisiología á investigar la naturaleza y origen de las adaptaciones funcionales, que tan importante papel juegan en la vida del individuo, para hacer aplicación de ellas á la teoría de la descendencia.

En su último libro (1) sobre la variación de los animales modifica el mismo Darwin la actitud hostil que respecto del lamarquismo había adoptado en su memorable obra sobre el origen de las especies, proclama la gran importancia del uso y del no uso para la fuerte ó débil conformación y aptitudes de los órganos, y reconoce la acción útil de la adaptación funcional, aceptándola como principio que en muchos casos puede explicar directamente el origen de las modificaciones útiles, sin necesidad del auxilio de la selección natural.

Realmente las conveniencias internas del organismo, las relaciones mutuas y correlaciones que en forma y función existen entre los diversos órganos del individuo, no pueden referirse en cuanto á su causa á la elección de los individuos. Ya Aristóteles conoció el hecho de que los órganos no están conformados sólo de una manera adecuada á su función, sino que además regulan su trabajo en relación con las condiciones variables del mundo exterior; por esta razón admitía una fuerza psíquica, alma nutritiva (*ψυχὴ θρεπτικὴ* al lado de *ψυχὴ νοητικὴ*), que dirige el desarrollo y nutrición de todas las partes. La fisiología moderna ha procurado demostrar que esta armonía interior depende de una *mecánica teleológica*, que ha podido desarrollarse *en virtud de que la primera materia viva tenía la facultad de reaccionar de una manera adecuada contra todo lo que la rodeaba* (2). En época reciente ha estudiado Guillermo Roux este asunto con atenta perspicacia (3) y ha fundado con gran ingenio el *principio de la autoconformación funcional de la utilidad*. Según

(1) C. Darwin: *Das Variiren der Thiere*, 1873, pág. 400.

(2) E. F. Pflüger: *Die teleologische Mechanik der lebendigen Natur*, Bonn, 1877.

(3) G. Roux: *Der Kampf der Theile im Organismus*.

este principio, el uso más repetido de cada órgano no sólo aumenta su volumen (correspondiendo las dimensiones á lo que exige el aumento de actividad) y aumenta en aptitud funcional específica, sino que además, por efecto de la acción trófica de la irritación funcional, modifica su estructura de la manera conveniente.

El gran número de adaptaciones útiles, como, por ejemplo, la de la arquitectura íntima de los huesos, cuyas trabéculas de sustentación siguen la dirección de la presión y tracción más enérgicas, y logran la máxima fuerza de sustentación con el minimum de material posible, así como las de estructura íntima de los órganos de trabajo activo como músculos, glándulas, etc., no pueden ser fomentadas por las modificaciones aisladas que determina la selección, y más bien indican *la existencia en el organismo de cualidades que, bajo la influencia de la irritación funcional, tienen el poder de modificar directamente la conformación, en términos de producir directamente lo útil con la mayor perfección imaginable*. En contraposición con la selección natural, que puede desarrollar caracteres aislados, pero nunca en combinaciones numerosas simultáneamente, la adaptación funcional puede producir al mismo tiempo miles de adaptaciones útiles cuando cambian las condiciones biológicas exteriores.

En la luminosa exposición de Roux se da tan plena validez al principio de Lamarck de la adaptación directa unida á la selección, que sino positivamente probada, queda elevada á un alto grado de probabilidad la herencia de las adaptaciones funcionales como disposición transmitida á los descendientes. En oposición á Weismann, que saca el ejemplo de la ballena, como mamífero adaptado á la vida acuática, para probar que «todo lo que hay de característico en los animales depende de adaptación por selección,» y negar la acción de una fuerza evolutiva intrínseca, Roux recuerda el tránsito de los habitantes en el agua á la vida de la tierra ó del aire, y ciertamente con tanta mayor razón y con tanto más feliz éxito, cuanto que las adaptaciones á que aquí se alude no afectan como la de la ballena condiciones secundarias y aisladas, de las cuales no se puede deducir conclusión alguna valedera en general, sino que señalan una fase esencial en la historia de la evolución del reino animal. De ella podemos afirmar con seguridad que el perfecciona-

miento no se hizo sucesivamente en partes aisladas sino que fué necesariamente simultáneo en casi todos los órganos del cuerpo, porque con la variación favorable de sólo algunas partes de una vez, no hubiera sido posible atravesar este período. En este tiempo debió realizarse el desarrollo simultáneo de miles de particularidades útiles, lo cual hubiera sido imposible de realizar por la selección, que de una vez no puede fomentar más que pocos caracteres.

¿En qué y hasta dónde se ha podido reconocer y determinar hasta ahora la causa de ese principio de la autoconformación útil? No, seguramente, en la estructura molecular, ni en los actos moleculares tal como hubieron de realizarse necesariamente en aquellas condiciones, sino en la acción de la selección en el interior del organismo, que en la lucha de las partes fomenta las cualidades útiles. Sabido es que todo organismo se compone de una multitud de partes, de una comensalidad de elementos; los metazoos y metafitos, de células y grupos de células que durante el proceso vital están sujetas á un cambio, en tanto que como elementos salen constantemente y son sustituidos por otros nuevamente formados. Durante la construcción en el desarrollo embrionario, que en su conjunto sigue la norma que le marca la herencia, pero que en cada caso individual es determinado sólo por las circunstancias, los elementos proceden unos de otros; de unas células se forman otras, y lo nuevo procede de lo ya existente. Entre las partes cooperativas de cada grupo no existe una igualdad absoluta, repitiéndose también en este caso el fenómeno de la variabilidad, de la cual ha de surgir necesariamente una enérgica lucha de las partes en el crecimiento, relacionado con los actos asimilativos. Aquellas partes que en esta lucha llevan desventaja respecto á alimentación y productividad, sucumbirán antes que las otras, que funcionalmente preferidas, viven en condiciones más favorables y sobreviven á aquéllas.

Existe, pues, en primer término una lucha entre las moléculas y otra entre las células, en la cual son fomentadas las cualidades que pueden crear condiciones de adaptación funcional y ser útiles al organismo en la lucha por la existencia. Existe además una lucha entre los tejidos y otra entre los órganos, «que ha de conducir ne-

cesariamente así al mayor aprovechamiento posible del espacio como á la constitución de un equilibrio morfológico en armonía con la importancia fisiológica de las partes respecto á la totalidad.» En tanto que de este modo la lucha de las partes determina la conformidad interna del organismo y la mayor aptitud funcional de sus órganos fisiológicamente adaptados, la lucha de los organismos por la existencia regulá la conformidad en las relaciones de los organismos entre sí y con el mundo exterior.

En este conjunto de fenómenos aparece manifiesta la acción de la selección en la utilidad resultante de la adaptación directa, representando un factor importante para explicar las leyes de la formación, y sin perder en nada de su valiosa significación, queda sin embargo limitada al papel de un *regulador* que elimina todo lo perjudicial y conserva y fomenta todo lo útil.

En el momento actual está por resolver la cuestión de si se ha demostrado la posibilidad de referir á un acto puramente mecánico cada una de las formas de la utilidad; y aunque se consideraran como consecuencias de fenómenos mecánicos necesarios todas las correlaciones que existen entre los diversos órganos, por efecto de la lucha de los tejidos y órganos, todavía quedaría por explicar una serie de fenómenos dignos de atención y sobre todo los de la neoformación y reproducción de órganos en animales inferiores; y si quisiéramos darlos por explicados en el sentido de actos mecánicos necesarios, quedaría aún por resolver *el gran problema de la causa íntima de la formación y evolución orgánicas*.

Algunos naturalistas han creído poder explicar la formación de nuevas especies superiormente diferenciadas á expensas de otras más inferiores ya existentes, por medio de la hipótesis de una evolución que marcha á saltos, y han intentado suplantar con esta teoría el principio de la selección, para ellos inaceptable. Para fundarla hubieron de recurrir á los fenómenos de la generación alternante y de la heterogonía, no conocidos con alguna exactitud hasta estos últimos tiempos. No puede negarse que respecto de algunos casos aislados de heterogonía la disolución de un conjunto de formas que abarca varias generaciones ha podido realmente determinar la formación de especies independientes que existen unas al lado de otras; pero también es innegable que estos hechos no alcanzan ni remo-

tamente á suplir lo que la adaptación y la selección pueden servirnos para la explicación de las transformaciones útiles, tanto menos cuanto que los fenómenos de la generación alternante y de la heterogonía empiezan por necesitar una explicación que sólo podemos encontrar en la teoría de la adaptación (Lamarck) y en la selección natural (Darwin), auxiliadas por el principio de la suma de modificaciones pequeñas en el transcurso de muchas generaciones. La generación heterogénea, admitida por Kolliker por analogía con las dos formas de reproducción y profesada por algunos naturalistas y filósofos (Schopenhauer, generación *ex utero heterogeneo*) antes de que se conociera la generación alternante, más bien que una evolución dirigida por un «plan de desarrollo,» implica la renuncia á toda explicación. Fieles á la ley fundamental, *Natura non facit saltum*, no podemos aceptar la teoría del desarrollo heterogéneo ó refundición repentina (Heer) y encontramos la explicación del cambio de las especies exclusivamente en el proceso de transformación lento y constante, reconociendo como base de este proceso el principio de la selección juntamente con la adaptación, siquiera con respecto al gran enigma del desarrollo, que queda por resolver, sólo pueda compararse á la tabla que mantiene sobre el agua al naufrago condenado irremisiblemente á sumergirse.

PARTE ESPECIAL

TIPO I

PROTOZOARIOS, ANIMALES PRIMITIVOS

Organismos unicelulares de pequeña magnitud, con diferenciaciones más ó menos complicadas en el interior del cuerpo, protoplasmático, y reproducción principalmente asexual.

Morfológicamente corresponden los protozoos á la categoría de células, cuyo cuerpo protoplasmático contiene un solo núcleo, ó varios, procedentes de la segmentación del primitivo. No recorren, por consiguiente, las fases de segmentación ni la evolución embrionaria marcada por el esbozo de hojuelas blastodérmicas. Como substrato orgánico encontramos en todo el cuerpo la sarcoda contráctil, abundante en granulaciones y llena de vacuolas; la diferenciación de la sarcoda puede ser muy variada, presentando una estructura complicada, correspondiente á funciones extremadamente distintas. Con frecuencia encontramos en el protoplasma una vacuola pulsátil, ó sea un espacio lleno de líquido claro, que bajo la acción contráctil del plasma circunyacente se contrae, desaparece aparentemente y reaparece más tarde en el mismo sitio.

Por la variedad de las diferenciaciones de la sarcoda que forma el interior del cuerpo, así como por la diversidad en el contorno exterior y en el modo de nutrición, presentan una serie de modificaciones que sirven de base á la división de grupos. En el caso más simple es todo el cuerpo un pelotón de sarcoda, cuya contractilidad no está limitada por membrana alguna exterior; cuando su consistencia es escasa envía prolongaciones y las contrae, y cuando es más consistente emite un gran número de rayos filiformes (*rizópodos*). La nutrición se efectúa envolviendo el animal con su cuerpo los cuerpos extraños, que se absorben por cualquier punto de la

tamente á suplir lo que la adaptación y la selección pueden servirnos para la explicación de las transformaciones útiles, tanto menos cuanto que los fenómenos de la generación alternante y de la heterogonía empiezan por necesitar una explicación que sólo podemos encontrar en la teoría de la adaptación (Lamarck) y en la selección natural (Darwin), auxiliadas por el principio de la suma de modificaciones pequeñas en el transcurso de muchas generaciones. La generación heterogénea, admitida por Kolliker por analogía con las dos formas de reproducción y profesada por algunos naturalistas y filósofos (Schopenhauer, generación *ex utero heterogeneo*) antes de que se conociera la generación alternante, más bien que una evolución dirigida por un «plan de desarrollo,» implica la renuncia á toda explicación. Fieles á la ley fundamental, *Natura non facit saltum*, no podemos aceptar la teoría del desarrollo heterogéneo ó refundición repentina (Heer) y encontramos la explicación del cambio de las especies exclusivamente en el proceso de transformación lento y constante, reconociendo como base de este proceso el principio de la selección juntamente con la adaptación, siquiera con respecto al gran enigma del desarrollo, que queda por resolver, sólo pueda compararse á la tabla que mantiene sobre el agua al naufrago condenado irremisiblemente á sumergirse.

PARTE ESPECIAL

TIPO I

PROTOZOARIOS, ANIMALES PRIMITIVOS

Organismos unicelulares de pequeña magnitud, con diferenciaciones más ó menos complicadas en el interior del cuerpo, protoplasmático, y reproducción principalmente asexual.

Morfológicamente corresponden los protozoos á la categoría de células, cuyo cuerpo protoplasmático contiene un solo núcleo, ó varios, procedentes de la segmentación del primitivo. No recorren, por consiguiente, las fases de segmentación ni la evolución embrionaria marcada por el esbozo de hojuelas blastodérmicas. Como substrato orgánico encontramos en todo el cuerpo la sarcoda contráctil, abundante en granulaciones y llena de vacuolas; la diferenciación de la sarcoda puede ser muy variada, presentando una estructura complicada, correspondiente á funciones extremadamente distintas. Con frecuencia encontramos en el protoplasma una vacuola pulsátil, ó sea un espacio lleno de líquido claro, que bajo la acción contráctil del plasma circunyacente se contrae, desaparece aparentemente y reaparece más tarde en el mismo sitio.

Por la variedad de las diferenciaciones de la sarcoda que forma el interior del cuerpo, así como por la diversidad en el contorno exterior y en el modo de nutrición, presentan una serie de modificaciones que sirven de base á la división de grupos. En el caso más simple es todo el cuerpo un pelotón de sarcoda, cuya contractilidad no está limitada por membrana alguna exterior; cuando su consistencia es escasa envía prolongaciones y las contrae, y cuando es más consistente emite un gran número de rayos filiformes (*rizópodos*). La nutrición se efectúa envolviendo el animal con su cuerpo los cuerpos extraños, que se absorben por cualquier punto de la

periferia de la substancia protoplasmática. En muchos casos la masa del cuerpo, radiada en forma de finísimos apéndices á manera de patas (*seudópodos*), segrega espículas silíceas ó calcáreas, armazones en forma de emparrillado ó conchas agujereadas, que sirven de sostén y protección (*foramintíferos, radiolarios*). En los infusorios el cuerpo sarcódico está envuelto por una membrana exterior, dotada de pestañas vibrátiles, pelos, cirros, etc., que permiten una locomoción rápida y variada. Los cuerpos alimenticios sólidos entran por una abertura especial que sirve de boca, y los residuos de la digestión salen por otra que hace las funciones de ano.

I CLASE. RIZOPODOS, RHIZOPODA (1)

Protozoos sin membrana envolvente exterior, cuyo cuerpo sarcódico envía y contrae prolongaciones; por regla general segregan armazón calcárea ó silíceo.

La substancia que forma el cuerpo de estos animales, cuyos caparazones eran de antiguo conocidos y se habían descrito con el nombre de *foramintíferos* ó *politalamios* antes de que se conociese su contenido viviente, es sarcoda en forma libre sin membrana envolvente. Esta sarcoda es rica en granulaciones; contiene pigmento y emite radios filiformes, de naturaleza viscosa (*seudópodos*), que sirven á la vez para la locomoción y para la prensión de los alimentos. Estas prolongaciones pueden ser gruesas, lobuladas ó digitadas, y mediante ellas hace la masa del cuerpo rápidos movimientos de deslizamiento. Se distingue además una orla viscosa, homogénea y clara, que forma una capa limitante periférica (*ectoplasma*) y otra masa interna fluida con granulaciones (*endoplasma*). Al ejecutar movimientos emite la primera prolongaciones en las que penetran con mayor ó menor rapidez las granulaciones de la masa interna. En los *seudópodos* se observa una corriente lenta y

(1) Dujardin: *Observations sur les Rhizopodes. Comptes rendus*, 1835; Ehrenberg: *Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. der Akad. zu Berlin*, 1839; Max Sigm. Schultze: *Ueber den Organismus der Polythalamien*, Leipzig, 1854; John Muller: *Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren*, 1858; E. Haeckel: *Die Radiolarien. Eine Monographie*, Berlin, 1862; O. Butschli: *Protozoen, neu bearbeitet in Bronn's Classen und Ordnungen*, 1880-1889; O. de Buen: *Tratado elem. de Zoología*, Barcelona, 1890.

regular de granulaciones, que va desde la base al vértice y viceversa, movimientos cuya causa debe atribuirse á la contractilidad de las partículas que rodean á la sarcoda (figura 151). Los *seudópodos* presentan una tendencia á la formación de anastomosis (*mixopodos*) ó quedan relativamente rígidos, sin reunirse en forma de red, y á menudo están sostenidos por un filamento axial resistente que se prolonga por dentro de la sarcoda (*axopodos*). En los rizópodos marinos que tienen *mixopodos*, subsiste la masa plasmática blanda uniformemente y no existe límite alguno marcado entre el ectoplasma hialino y el endoplasma granuloso. No pocas veces se encuentra en la sarcoda un espacio pulsátil, *vacuola contráctil* (*Amæba*, figura 152, *Diffflugia*, *Actinophrys*, *Arccella*). También aparecen en la sarcoda uno ó varios núcleos, que ponen fuera de toda duda que, morfológicamente, el cuerpo del rizópodo es una célula ó un compuesto de células. Existen formas en cuyo protoplasma no se logra encontrar vestigio alguno de núcleo celular. En ellas, ó no se ha distinguido aún el plasma nuclear, constituyendo un cuerpo único (*moneras* de Haeckel, como *Protamæba*, *Mixodyction*), ó se trata sólo de un estado evolutivo transitorio, desprovisto de núcleo.

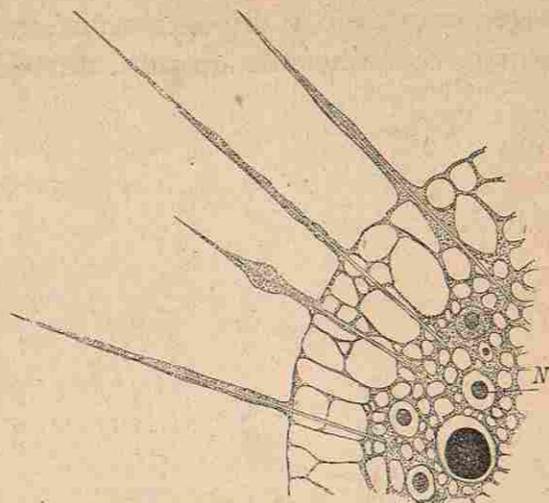


Fig. 151.—Corte óptico de un fragmento de cuerpo sarcódico de *Actinospharium Eichornii*, según Hertwig y Lesser. N, núcleo de la substancia medular, distinto de la capa cortical de grandes vesículas. En el centro de los *seudópodos* se ve el eje axial.

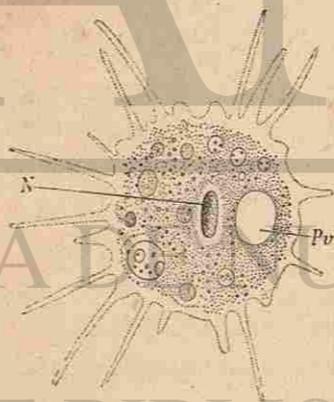


Fig. 152. — *Amæba (Dactylosphæra) polypodia*, según F. E. Schultze. N, núcleo; Pv, vacuola pulsátil.

Casi siempre la sarcoda segrega la substancia que forma el esqueleto, ya silíceo en forma de agujas y agujijones huecos, que se dirigen en número y disposición uniformes desde el centro á la periferia, ó á manera de armazón entretejida y erizada de espinas

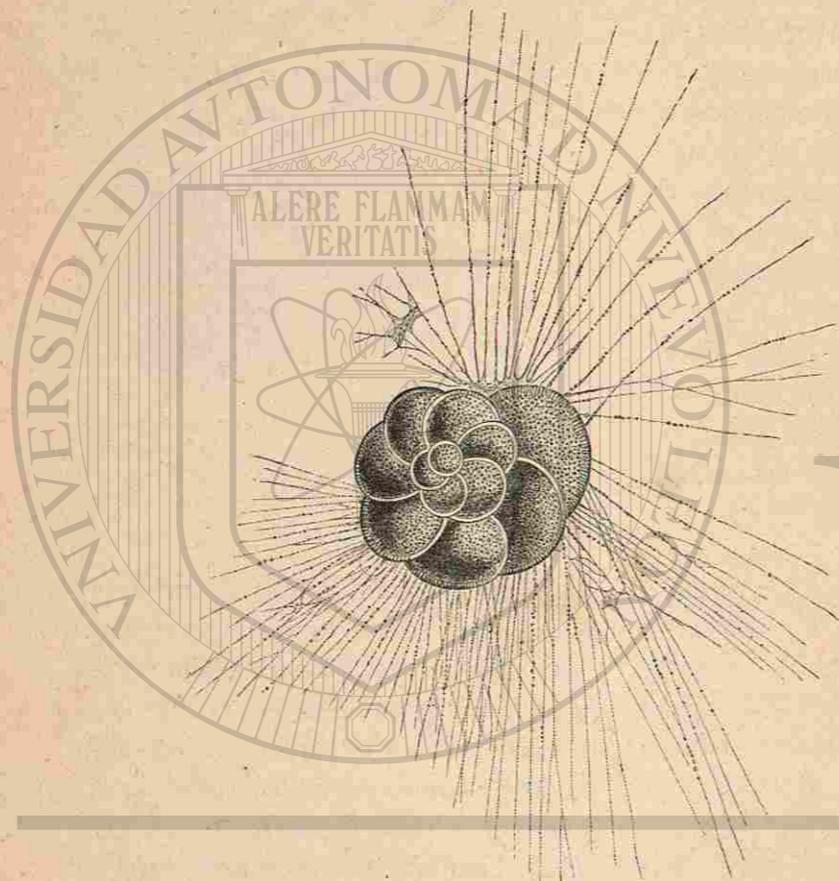


Fig. 153. — *Rotalia veneta*, según M. Schultze, con una diatomea aprisionada en la red de los seudópodos.

y agujijones, ó bien calcárea en forma de estuche simple ó multilocular con paredes agujereadas (*foraminíferos*) y una abertura grande. A través de esta abertura y de los numerosos poros del estuche salen al exterior los filamentos de la sarcoda en forma de seudópodos, cuya forma, magnitud y número varían incesantemente, llegando á menudo á reunirse en forma de redes finísimas (figuras 153 y 154). Los seudópodos ejecutan la locomoción me-

dante movimientos lentos de reptación sobre los objetos duros, al paso que abarcan los vegetales pequeños, como *bacilarias*, y los aprisionan para utilizarlos como alimentos. En las formas que tienen estuche sólido, la prensión y digestión de las substancias alimenticias se efectúan en el exterior del estuche en los filamentos periféricos y en las redes de sarcoda, pudiendo funcionar como

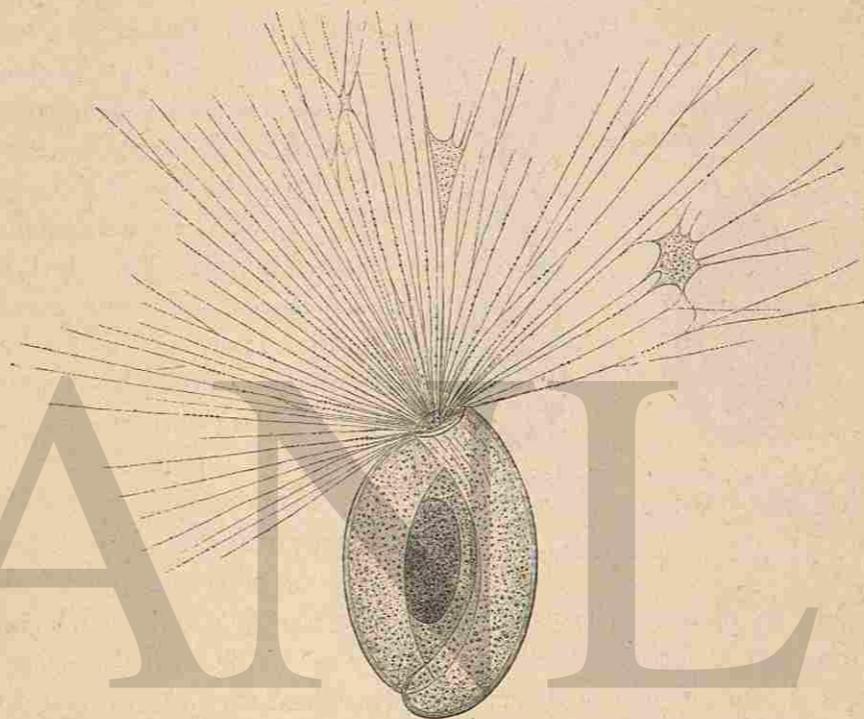


Fig. 154. — *Miliola tenera* con redes de seudópodos, según Schultze.

boca y como ano para la expulsión de los residuos cualquier punto de la superficie. Los rizópodos viven la mayoría en el mar y contribuyen con sus caparazones á la formación de las arenas y á la sedimentación de capas de espesor considerable, según se observa en diversas formaciones geológicas donde existen innumerables formas fósiles. Los encontrados en rocas antiquísimas del período lauréntico del Canadá, y descritos con el nombre de *Eozoon canadense*, tenidos por muchos naturalistas por foraminíferos fósiles, no deben tener nada que ver con organismos, y más deben referirse á productos inorgánicos.

ORDEN 1.º AMIBOS (1), AMCEBINA (LOBOSA)

Rizópodos amiboideos de agua dulce, la mayor parte con vacuola pulsátil, unos desnudos y otros con concha simple.

El cuerpo, sarcódico, presenta casi siempre una orla limitante viscosa que lo separa marcadamente del plasma fluido y granuloso en que está alojado el núcleo.

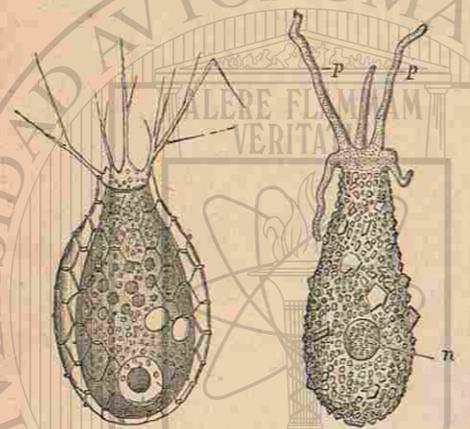


Fig. 155. — *Euglypha globosa*, según Hertwig y Lesser.

Fig. 156. — *Diffugia oblonga*, según Stein. P, pseudópodos; N, núcleos.

Los pseudópodos son prolongaciones lobuladas ó digitiformes (fig. 156) y raras veces irradiaciones finas y viscosas (fig. 155). Frecuentemente poseen una envoltura quitinosa ó silíceo, finamente esculpura. Tanto en las formas desnudas como en las conchíferas se han observado fenómenos de segmentación, de fusión y de conjugación. A la segmentación, que en la *Amœba polypodia* puede seguirse en todas sus fases, precede la estrangulación del núcleo.

Toma éste la forma de reloj de arena y se divide en dos núcleos; sigue á esta división la del cuerpo protoplasmático en dos porciones, cada una de las cuales encierra un núcleo. En las formas provistas de envoltura, después de la neoformación de pequeñas láminas de la substancia de la concha en el interior del animal, sale el plasma por la abertura en forma de un brote cubierto por aquella porción de concha (*Euglypha*), hasta quedar la masa plasmática, salida al

(1) Además de los trabajos de Dujardin, M. Schultze, F. E. Schultze, Hertwig, Lesser, Greeff y otros, véase A. Gruber: *Der Theilungsvorgang, bei Euglypha alveolata, die Theilung der monothalamen Rhizopoden Untersuch. ueber einige Protozoen, ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. fur wiss. Zool.*, tomo XXXV hasta XXXVIII; F. Blochmann: *Zur Kenntniss der Fortpflanzung von Euglypha alveolata. Morph. Jahrb.*, tomo XIII, 1887; W. Schewiakoff: *Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata*; la misma publicación, t. XIII, 1887.

exterior, rodeada de una envoltura completa, del volumen y forma de la del animal matriz. Entretanto se ha efectuado la segmentación del núcleo y ha penetrado un núcleo hijo en el animal nuevamente formado, que en último término se separa definitivamente del animal matriz. Se han observado en la *Euglypha* y en la *Arcella* procesos de fusión y de conjugación que indican una especie de reproducción sexual.

Amœba princeps Ehrbg. *A. polypodia* M. Sch. *A. terrisola* Greeff. *Petalopus difflugiens* Clap. Lachm.

Aquí se debería incluir el renombrado *Bathybius* Huxl., procedente del limo del fondo del mar en el Océano Atlántico, si realmente fuese un organismo viviente, y no un precipitado yesoso.

Arcella vulgaris Ehrbg. con concha exagonal esculpura en forma de cúpula. *Euglypha alveolata* Duj. *E. globosa* Cart. con pseudópodos viscosos, puntiagudos y dicotómicamente ramificados (fig. 155). *Diffugia proteiformis* Ehrbg., de forma aplanada y caparazón formado de partículas de arena (fig. 156).

ORDEN 2.º RIZÓPODOS (1), RHIZOPODA = FORAMINÍFERA

Rizópodos, desnudos unos y provistos otros de un caparazón, casi siempre calcáreo y frecuentemente atravesado por pequeños orificios para el paso de los pseudópodos.

El estuche rara vez es silíceo; en todas las demás formas es membranoso y á menudo contribuyen á formarlo partículas de arena, ó está constituido de una substancia orgánica con sedimento calcáreo. Unas veces se compone de una sola cavidad (*monothalamias*) con una gran abertura y otras es multilocular (*polithalamias*), esto es, compuesto de varias cavidades repartidas en un orden determinado, que comunican entre sí por conductos pequeños ó por grandes agujeros abiertos en los tabiques divisorios. De este modo las porciones del cuerpo sarcódico, contenidas en los diferentes espacios, están en comunicación entre sí por medio de prolongaciones y puentes que pasan por las aberturas de los tabiques. La pared del estuche calcáreo no tiene orificio alguno (*im-*

(1) Además de Orbigny, Max Schultze, loc. cit., véase W. C. Williamson: *On the recent Foraminifera of Great Britain*, Londres, 1858; Carpenter: *Introduction to the Study of the Foraminifera*, Londres, 1862; Reuss: *Entwurf einer systematische Zusammenstellung der Foraminifera*, Viena, 1861; O. Butschli: *Kleine Beitrage zur Kenntniss einiger marinen Rhizopoden. Morphol. Jahrbuch*, tomo XI, 1885.

perforata) ó está acribillada de orificios (*perforata*). Los caracteres de la substancia que constituye el cuerpo, con sus mixópodos confluentes formando redes, así como el modo de movimiento y nutrición, coinciden en un todo con los que hemos señalado como característicos del orden. En la mayoría existen numerosos núcleos, producto de la segmentación del núcleo primitivo, que pasan, según parece, de los espacios más antiguos á los más recientes. La estructura del plasma, en el cual no se distingue división en ecto y endoplasma, es retiforme ó mejor radiada, y en muchos puntos fibrilar. Pueden alojarse en ella células de algas (*Globigerina*, *Peneroplis*). Las vacuolas pulsátiles están representadas por vacuolas, que varían lentamente, cambian de formas y se confunden entre sí.

Se ha observado la reproducción en la *Miliola* y *Rotalia*. La primera produce, á expensas de su cuerpo protoplasmático, nuevos seres uniloculares, y la segunda triloculares. Es probable que á la reproducción preceda la multiplicación nuclear, y que el cuerpo de la madre se divida en tantos fragmentos como núcleos, formando cada uno un foraminífero uninuclear.

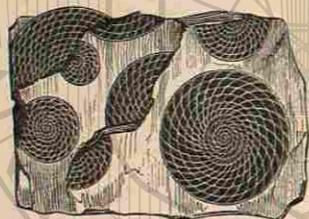


Fig. 157. - Caliza numulítica con cortes horizontales de *Nummulites distans*, según Zittel.

A pesar de su escasa magnitud tienen las envolturas de estos diminutos organismos gran importancia, pues que por una parte se acumulan en cantidad prodigiosa en las arenas del mar (M. Schultze calcula su número en una onza del Molo de Gaeta en un millón y medio próximamente), y por otra se encuentran en estado fósil en varias formaciones, especialmente en la creta y en terrenos terciarios, contribuyendo á formar una gran parte del material en las rocas. En el terreno siluriano se encuentran núcleos silíceos de politalamias. Las formas más notables por su magnitud, relativamente considerable, son los *Nummulites* (fig. 157), que existen en las vastas formaciones de la caliza numulítica (Pirineos). Una caliza grosera de la cuenca de París, que suministra una excelente piedra de construcción, contiene la *Triloculina trigonula* (caliza miliolítica). La mayoría de los foraminíferos se mueven arrastrándose sobre el fondo del mar, pero se encuentran también flotando globigerinas y orbulinas. El fondo

del mar está á grandes profundidades cubierto de una multitud de formas, especialmente globigerinas, cuyos caparazones dan material para sedimentaciones continuas.

I. SUBORDEN. IMPERFORATA

Con estuche membranoso ó calcáreo, sin poros; pero en su lugar presentan una abertura simple ó á manera de criba, por donde salen los seudópodos.

A este suborden pertenecen las familias de los *Grómidos*, de estuche membranoso, quitinoso: *Gromia oviformis* Duj., y los *Miliólidos*, con estuche de aspecto de porcelana; *Cornuspira planorbis* M. Sch., *Miliola cyclostoma* M. Sch., *M. tenera* M. Sch. (fig. 154).

2. SUBORDEN. PERFORATA

El estuche, generalmente calcáreo, presenta siempre, además de una abertura grande, un gran número de poros finos, y frecuentemente tiene conductos complicados en los tabiques divisorios de las celdas.

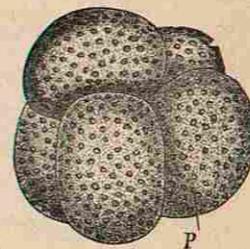


Fig. 158. - Esqueleto de *Acerulina globosa*, según Schultze. p, poros.

Fam. *Lagenidae*. Estuche en forma de botella con una abertura grande de labios dentados: *Lagena vulgaris* Williamson.

Fam. *Globigerinidae*. El estuche hialino atravesado por grandes poros, con una abertura simple en forma de hendidura: *Orbulina universa* D'Orb., *Acerulina* M. Sch. (fig. 158), *Globigerina bulloides* D'Orb., *Rotalia* D'Orb. (fig. 153), *Textularia* D'Orb.

Las *Nummulinidae* son las que alcanzan mayores dimensiones: estuche sólido y esqueleto intermedio atravesado por un sistema complicado de conductos: *Polystomella* Lam., *Nummulina* D'Orb.

ORDEN 3.º HELIOZOOS, HELIOZOA (1), ANIMALES SOLES

Rizópodos de agua dulce, la mayoría con vacuola pulsátil; con seudópodos finos y radiados (Axópodos).

El cuerpo sarcódico dividido casi siempre en endosarco y ectosarco, envía en todas direcciones seudópodos, viscosos, radiados. Los seudópodos están sostenidos por un filamento axial que llega

(1) L. Cienkowski: *Ueber Clathrulina*, *Arch. f. mikrosk. Anatomie*, t. III, 1867; R. Greeff: *Ueber Radiolarien und radiolarienähnlichen Rhizopoden des süssen Wassers*, ídem, tomos V y XI; R. Hertwig y Lesser: *Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen*; ídem, *Suppl.*, tomo X, 1874, Archer y F. E. Schultze.

hasta el centro del cuerpo; son más ó menos rígidos, y no forman nunca redes (*axópodos*). La formación del esqueleto, cuando existe, está constituida por agujones silíceos en disposición radiada (*Acanthocystis*) ó por un entramado silíceo (*Clathrulina*), y se asemeja de tal manera al esqueleto de los radiolarios, que se ha llamado á los heliozoos *radiolarios de agua dulce*. Falta, sin embargo, la cápsula central. En la masa central



Fig. 159. — *Actinosphaerium* joven, que no presenta aún más que un núcleo (N).

pueden aparecer uno ó varios núcleos (fig. 159). Constituye un carácter distintivo importante la existencia de vacuolas pulsátiles, que no se encuentran en ningún radiolario marino. La reproducción se efectúa frecuentemente por división, á veces con previa fusión de dos ó varios individuos, ó también por formación de quistes. Se ha comprobado también la multiplicación por zoosporos (*Clathrulina*).

Fam. *Actinophryida*. No hay formaciones silíceas. *Actinosphaerium Eichhornii* Ehrbg. La substancia central encierra numerosos núcleos. *Actinophrys sol* Ehrbg. de pequeña magnitud, con un núcleo central.

Fam. *Acanthocystida*. Agujones silíceos y agujas. *Acanthocystis spinifera* Greeff.

Fam. *Clathrulina*. Con estuche silíceo entretejido. Cuerpo pedunculado. *Clathrulina elegans* Cienk.

ORDEN 4.º RADIOLARIOS, RADIOLARIA (1)

Rizópodos marinos, con cápsula central y esqueleto silíceo radiado; sin vacuolas pulsátiles.

La masa sarcódica (*fondo matriz*) contiene una capa membra-

(1) John Muller: *Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren*. *Abhandl. der Berl. Akad.*, 1858; E. Haeckel: *Die Radiolarien. Eine Monographie*, Berlín, 1862; O. Butschli: *Beitrag zur Kenntniss der Radiolarienskelete, insbesondere der Cyrtida*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, tomo XXXVI, 1881; E. Haeckel: *Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger*, Londres, 1887; R. Hertwig: *Der Organismus der Radiolarien*, Jena, 1879; K. Brandt: *Die Kolonie bildenden Radiolarien des Golfes von Neapel*, Berlín, 1885.

nosa acribillada de poros (*cápsula central*) en la cual se hallan alojados un protoplasma viscoso con vesículas y gránulos (*sarcoda intracapsular*), gotas de grasa y esférulas de aceite, cuerpos albuminoides, más rara vez cristales y concreciones, y á veces una segunda vesícula interna de paredes delgadas (*cápsula interna*). Esta representa el núcleo, que puede ser reemplazado por numerosos

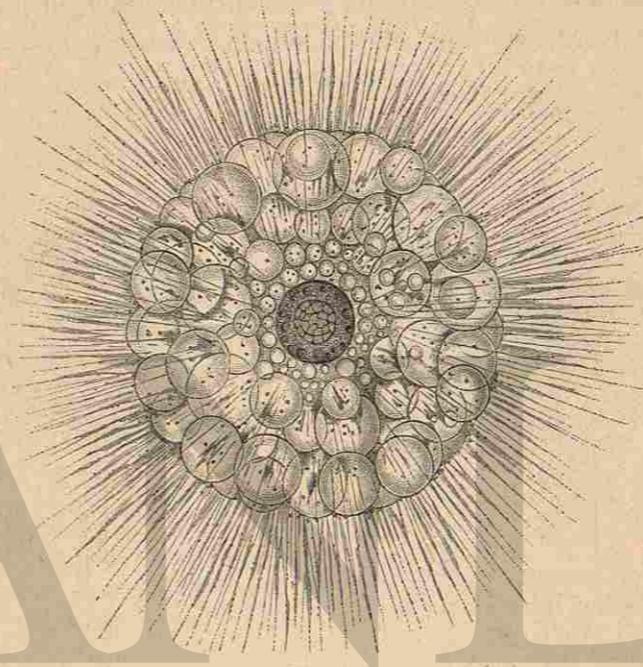


Fig. 160. — *Thalassicolla pelagica* con cápsula central, con cápsula interna y con numerosos alvéolos en el fondo matriz del cuerpo protoplasmático, según Haeckel.

núcleos pequeños homogéneos. En la sarcoda que rodea á la cápsula, irradiada en todas direcciones en seudópodos ramificados ó anastomóticos con movimiento granular, se encuentran comúnmente gran número de células amarillas (zooxantelas que viven simbióticamente) y á veces aglomeraciones pigmentarias, y en casos aislados vesículas tenues transparentes, *alvéolos*, colocadas casi siempre como zona periférica entre los seudópodos radiados (fig. 160).

La sarcoda intracapsular y la extracapsular, que sólo representa una parte de la primera, comunican entre sí por las aberturas de la pared de la cápsula central. La cápsula central está acribillada en

toda su periferia de poros finos y en gran número (*Peripylaria*), ó bien están limitados los poros á un circuito limitado (*Monopylaria*), ó sólo existen, por último, muy pocas (casi siempre tres) aberturas grandes en la pared de la cápsula central (*Tripylaria*). No hay vacuolas pulsátiles.

Muchos radiolarios forman colonias y están compuestos de multitud de cuerpos. En estas colonias predominan los alvéolos en toda la sarcoda, que no contiene una sola cápsula, como en los radiolarios monozoicos, sino que alberga muchas (*nidos*). Pocas especies

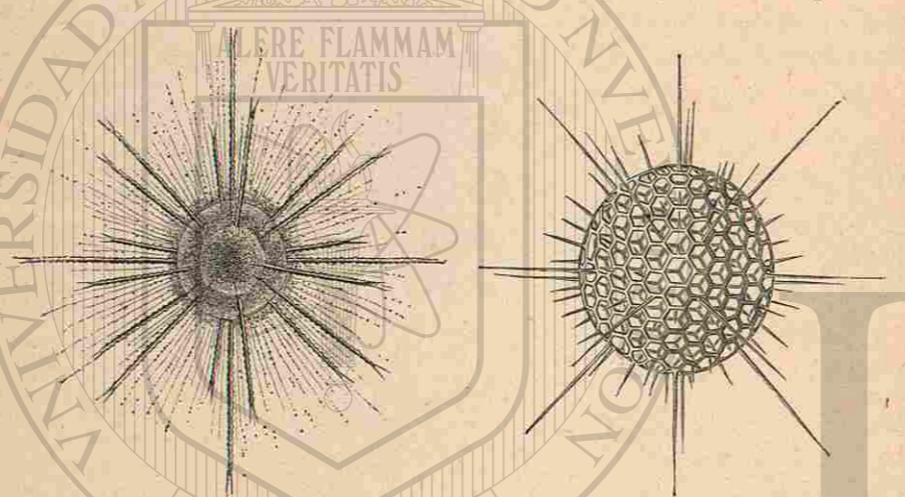


Fig. 161. — *Acanthometra Mulleri*, según E. Haeckel.

Fig. 162. — Esqueleto de *Heliosphera echinoides*, según E. Haeckel.

son desnudas y están despojadas de armadura sólida; por regla general está la parte blanda del cuerpo unida á una substancia sólida compuesta de agujas silíceas, macizas ó huecas, ó á una materia orgánica, acantina (*acantometrídeas*); el esqueleto está unas veces situado fuera de la cápsula central (*Ectolithia*), y otras penetra en el interior (*Entolithia*), como en los que tienen el esqueleto de acantina (fig. 161). En los casos más sencillos está formado el esqueleto por pequeñas agujas silíceas aisladas, simples ó dentadas (*spicula*), que á veces forman alrededor de la periferia de la sarcoda una masa esponjosa, como por ejemplo *Physematium*; en un grado más superior aparecen aguijones silíceos fuertes y huecos, que están dirigidos hacia la periferia en forma de radios, regulares en número y distribución; á ellos puede agregarse una armazón peri-

férica de agujas finas; en otros casos se encuentran redes simples ó complicadas, y estuches agujereados de forma sumamente variada (de cascos, jaulas, conchas, etc.), á cuya periferia pueden superponerse aguijones, espículas ó capas concéntricas de la misma forma, como en los *policistíneos* (figs. 162 y 163). Hasta ahora tenemos pocos datos respecto á su reproducción. Además de la segmentación (*policitarios*) se ha observado la formación de gérmenes, que proceden del contenido de la cápsula central, y al romperse ésta quedan en estado de esporos libres.

Estas células volantes (esporos volantes), dotadas de flagelo, se forman á expensas de productos parciales del núcleo y se desarrollan libremente hasta formar un radiolario. En los *policitarios* se han observado microsporos

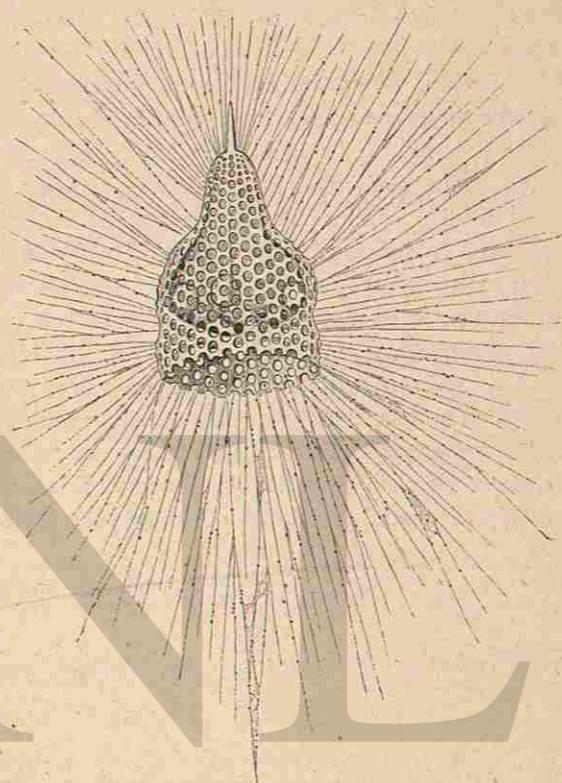


Fig. 163. — *Eucyrtidium cranoides*, según E. Haeckel.

y macrosporos, que probablemente efectúan una especie de conjugación. Por efecto de la repetida segmentación incompleta del radiolario menor se forma después una colonia.

Los radiolarios son animales marinos y flotan en la superficie, pero pueden descender á las capas profundas.

Ehrenberg ha dado á conocer un gran número de restos fósiles de radiolarios, por ejemplo en las margas cretáceas y en los esquistos de algunos puntos de las costas del Mediterráneo (Caltanissetta en Sicilia, Zante y Egina en Grecia), y especialmente en las rocas de Barbados y Nikobar, donde han producido vastas forma-

ciones de rocas. También se han visto muestras de arenas del mar procedentes de grandes profundidades, que contienen gran número de radiolarios.

La siguiente clasificación sólo puede considerarse como provisional:

I. *Radiolaria monozoa*. Radiolarios que subsisten constituyendo un solo animal.

1. Fam. *Thalassicolla*. El esqueleto no existe ó está constituido por espículas aisladas sin enlace alguno. *Thalassicolla* (sin esqueleto) *nucleata* Huxl., *Th. pelagica* E. Haeck. (fig. 160), *Physematium Mulleri* Schn., *Aulacantha scolymantha* Haeck.

2. Fam. *Policistinae*. El esqueleto se compone de un estuche entretrejado simple ó dividido, con los polos del eje longitudinal diversamente conformados. *Heliosphera*, *Eucyrtidium galea* E. Haeck., *E. Cranoides* E. Haeck. (fig. 163).

3. Fam. *Acanthometra*. El esqueleto está formado por agujones de acantina radiados en orden regular, que perforan la cápsula central y se unen en el centro de ella. *Acanthometra pellucida* John Mull., *A. Mulleri* E. Haeck. (fig. 161).

II. *Policitarios*. Radiolarios compuestos con varias cápsulas centrales (nidios). En los esferozoos falta el esqueleto ó está formado por fragmentos independientes. *Collozoum inerme* E. Haeck., *Sphaerouzoum punctatum* John Mull. En las colosferas consta el esqueleto de esferas simples entretrejidas, cada una de las cuales envuelve una cápsula central. *Collosphæra Huxleyi* John Mull.

II CLASE. INFUSORIOS, INFUSORIA (1)

Protozoos de forma determinada, dotados de flagelos ó cubiertos de pestañas, con abertura bucal, vacuolas pulsátiles y uno ó varios núcleos.

Los infusorios fueron descubiertos á fines del siglo xvii, en un vaso que contenía agua estancada, por Leeuwenhoek, que empleaba una lente de aumento para la investigación de los organismos pequeños. El nombre de animalillos infusorios no se empleó hasta que Ledermuller y Wrisberg lo introdujeron en el siglo último,

(1) Ehrenberg: *Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen*, 1838; Balbiani: *Etudes sur la reproduction des Protozoaires*. *Journ. de la Phys.*, tomo III; el mismo: *Recherches sur les phenomenes sexuels des Infusoires*, tomo IV; Claparede y Lachmann: *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*, dos volúmenes, Ginebra, 1858 á 1861; E. Haeckel: *Zur Morphologie der Infusorien*, Jena, *Zeitschrift*, tomo VII, 1873; O. Butschli: *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien*, Francfort, 1876; F. Stein: *Der Organismus der Infusionsthiere*, Leipzig, 1859-1883; W. Schewiakoff: *Beitrage zur Kenntniss der holotrichen Ciliaten*. *Bibliotheca zoologica*, 1889.

aplicándolo á los animales que sólo con el auxilio del microscopio pueden descubrirse en las infusiones. Más tarde se adelantó en el conocimiento de los infusorios, gracias al naturalista danés O. F. Muller, que observó la conjugación de estos animalillos así como su reproducción por división y gemmación, é hizo el primer trabajo taxonómico. En verdad, O. F. Muller amplió el dominio de los infusorios á un número de formas mucho mayor que el que hoy se le atribuye, puesto que incluyó en esta categoría todos los animales acuáticos microscópicos que carecen de médula espinal y de órganos motores articulados.

Con las profundas investigaciones de Ehrenberg empieza un nuevo período para el estudio de los infusorios. La obra principal de este naturalista: *Los animalillos infusorios como organismos perfectos*, reveló la riqueza, apenas sospechada, de estos organismos, estudiados por él á grandes aumentos y reproducidos en figuras. Muchas de éstas son todavía modelos, que trabajos posteriores no han logrado superar, pero la interpretación de los hechos observados ha sufrido modificaciones esenciales en virtud de las investigaciones modernas. Ehrenberg dió demasiada extensión á la clase de los infusorios porque incluyó en ella no sólo organismos inferiores como las *diatomeas* y *desmidiaceas*, con el nombre de *Polygastrica anentera*, sino también los *rotíferos*, que tienen una organización mucho más complicada. Tomando como base de su concepción la organización de los animales últimamente mencionados, quiso encontrar en todos los demás una organización igualmente completa, y dejándose llevar de analogías poco afortunadas incurrió en multitud de equivocaciones. Ehrenberg atribuyó á los infusorios boca y ano, estómago é intestinos, testículos y ovarios, riñones, órganos de los sentidos y sistema vascular, sin poder aducir pruebas satisfactorias respecto á la naturaleza de estos órganos. No tardó en operarse una reacción en la manera de considerar la estructura de los infusorios, y tanto el descubridor del cuerpo de los rizópodos, Dujardin, como Siebold y Kolliker, éste último en vista del *núcleo* y *nucleolo*, reconocieron el cuerpo de los infusorios como una simple célula. Los ulteriores trabajos de Stein, Claparede, Lachmann y Balbiani comprobaron numerosas diferencias, referibles todas á diferenciaciones realizadas en el interior

ciones de rocas. También se han visto muestras de arenas del mar procedentes de grandes profundidades, que contienen gran número de radiolarios.

La siguiente clasificación sólo puede considerarse como provisional:

I. *Radiolaria monozoa*. Radiolarios que subsisten constituyendo un solo animal.

1. Fam. *Thalassicolla*. El esqueleto no existe ó está constituido por espículas aisladas sin enlace alguno. *Thalassicolla* (sin esqueleto) *nucleata* Huxl., *Th. pelagica* E. Haeck. (fig. 160), *Physematium Mulleri* Schn., *Aulacantha scolymantha* Haeck.

2. Fam. *Policistinae*. El esqueleto se compone de un estuche entretrejado simple ó dividido, con los polos del eje longitudinal diversamente conformados. *Heliosphera*, *Eucyrtidium galea* E. Haeck., *E. Cranoides* E. Haeck. (fig. 163).

3. Fam. *Acanthometra*. El esqueleto está formado por agujones de acantina radiados en orden regular, que perforan la cápsula central y se unen en el centro de ella. *Acanthometra pellucida* John Mull., *A. Mulleri* E. Haeck. (fig. 161).

II. *Policitarios*. Radiolarios compuestos con varias cápsulas centrales (nidios). En los esferozoos falta el esqueleto ó está formado por fragmentos independientes. *Collozoum inerme* E. Haeck., *Sphaerouzoum punctatum* John Mull. En las colosferas consta el esqueleto de esferas simples entretrejidas, cada una de las cuales envuelve una cápsula central. *Collosphæra Huxleyi* John Mull.

II CLASE. INFUSORIOS, INFUSORIA (1)

Protozoos de forma determinada, dotados de flagelos ó cubiertos de pestañas, con abertura bucal, vacuolas pulsátiles y uno ó varios núcleos.

Los infusorios fueron descubiertos á fines del siglo xvii, en un vaso que contenía agua estancada, por Leeuwenhoek, que empleaba una lente de aumento para la investigación de los organismos pequeños. El nombre de animalillos infusorios no se empleó hasta que Ledermuller y Wrisberg lo introdujeron en el siglo último,

(1) Ehrenberg: *Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen*, 1838; Balbiani: *Etudes sur la reproduction des Protozoaires*. *Journ. de la Phys.*, tomo III; el mismo: *Recherches sur les phenomenes sexuels des Infusoires*, tomo IV; Claparede y Lachmann: *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*, dos volúmenes, Ginebra, 1858 á 1861; E. Haeckel: *Zur Morphologie der Infusorien*, Jena, *Zeitschrift*, tomo VII, 1873; O. Butschli: *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien*, Francfort, 1876; F. Stein: *Der Organismus der Infusionsthiere*, Leipzig, 1859-1883; W. Schewiakoff: *Beitrage zur Kenntniss der holotrichen Ciliaten*. *Bibliotheca zoologica*, 1889.

aplicándolo á los animales que sólo con el auxilio del microscopio pueden descubrirse en las infusiones. Más tarde se adelantó en el conocimiento de los infusorios, gracias al naturalista danés O. F. Muller, que observó la conjugación de estos animalillos así como su reproducción por división y gemmación, é hizo el primer trabajo taxonómico. En verdad, O. F. Muller amplió el dominio de los infusorios á un número de formas mucho mayor que el que hoy se le atribuye, puesto que incluyó en esta categoría todos los animales acuáticos microscópicos que carecen de médula espinal y de órganos motores articulados.

Con las profundas investigaciones de Ehrenberg empieza un nuevo período para el estudio de los infusorios. La obra principal de este naturalista: *Los animalillos infusorios como organismos perfectos*, reveló la riqueza, apenas sospechada, de estos organismos, estudiados por él á grandes aumentos y reproducidos en figuras. Muchas de éstas son todavía modelos, que trabajos posteriores no han logrado superar, pero la interpretación de los hechos observados ha sufrido modificaciones esenciales en virtud de las investigaciones modernas. Ehrenberg dió demasiada extensión á la clase de los infusorios porque incluyó en ella no sólo organismos inferiores como las *diatomeas* y *desmidiaceas*, con el nombre de *Polygastrica anentera*, sino también los *rotíferos*, que tienen una organización mucho más complicada. Tomando como base de su concepción la organización de los animales últimamente mencionados, quiso encontrar en todos los demás una organización igualmente completa, y dejándose llevar de analogías poco afortunadas incurrió en multitud de equivocaciones. Ehrenberg atribuyó á los infusorios boca y ano, estómago é intestinos, testículos y ovarios, riñones, órganos de los sentidos y sistema vascular, sin poder aducir pruebas satisfactorias respecto á la naturaleza de estos órganos. No tardó en operarse una reacción en la manera de considerar la estructura de los infusorios, y tanto el descubridor del cuerpo de los rizópodos, Dujardin, como Siebold y Kolliker, éste último en vista del *núcleo* y *nucleolo*, reconocieron el cuerpo de los infusorios como una simple célula. Los ulteriores trabajos de Stein, Claparede, Lachmann y Balbiani comprobaron numerosas diferencias, referibles todas á diferenciaciones realizadas en el interior

del cuerpo celular. Agregóse á esto la identidad, demostrada por Butschli, entre los fenómenos de segmentación de estos seres y los de la célula.

Constituye casi siempre la limitación exterior del cuerpo una membrana delgada y transparente, cuya superficie está revestida de apéndices vibratorios y movibles de diversa especie, dispuestos en un orden regular. En los infusorios más simples, los *flagelados*, sólo se presentan uno ó dos flagelos vibrátiles; en los que tienen más elevada diferenciación, *ciliados*, existen mayor número de pestañas. Según el diverso espesor de la envoltura externa, no siempre demostrable como membrana distinta, y según la diversa manera de ser del parénquima periférico, tendremos formas *metabólicas*, *constantes*, ó *acorazadas*. En casos poco frecuentes la superficie exterior del cuerpo segrega un producto cuticular tenue que hace las funciones de estuche.

Incluyendo entre los infusorios los flagelados, de organización simplicísima y que ofrecen numerosas relaciones y formas de transición con las algas y hongos, podremos dividir esta clase en dos grupos principales, á saber: *flagelados* y *ciliados*.

I. SUBCLASE. FLAGELADOS, FLAGELATA (1)

Infusorios de pequeñas dimensiones, con uno ó varios flagelos, situados casi siempre cerca de la boca, y con núcleo simple.

Los flagelados son infusorios cuyos órganos motores están formados por una ó varias pestañas en forma de latiguillo. La mayor parte de ellos pasan por un período de reposo, y por su desarrollo y modo de nutrición se asemejan mucho á ciertos hongos y algas.

Lo que ha dado motivo á considerarlos como protozoos es la completa contractilidad de su cuerpo, en la que seguramente no superan á los zoosporos de los mixomicetos; la contractilidad del flagelo; el movimiento, al parecer voluntario y dirigido á un objeto; la

(1) Además de Ehrenberg, Claparede y Lachmann, loc. cit., véase Stein: *Organismus der Infusionsthiere*, tomo III, 1878-1883; O. Butschli, loc. cit., y *Beitrage zur Kenntniss der Flagelaten*. *Zeitschr. fur wiss. Zool.*, tomo XXX; Dallinger y Drysdale: *Researches on the life history of the Monads*. *Monthly microsc. Journ.*, t. XIII; S. Kent: *A Manual of Infusoria*, Londres, 1880-1882.

presencia de vacuolas pulsátiles, y la *ingestión*, en numerosos casos comprobada, *de cuerpos extraños por una abertura situada junto á la base del flagelo*. Este fenómeno no es, sin embargo, un carácter decisivo de la naturaleza animal.

Los flagelados pueden ser divididos en: *euflagelados*, *coanoflagelados*, *dinoflagelados* y *cistoflagelados*.

I. EUFLAGELADOS, *Euflagellata*. Comprenden:

1. Los *monadíneos*, la mayor parte infusorios de las putrefacciones, más ó menos amiboideos y difíciles de distinguir de las *mónadas*, consideradas frecuentemente como hongos. Se reproducen por segmentación transversal,

y en el estado de enquistamiento por gemmación, que en muchas formas parece precedida de conjugación. Muchos tienen un período de formación de pseudópodos (*Ciliophryx infusionum* Cnk., *Mastigamæba aspera* Sch.). Los géneros más conocidos son el *Cercomonas* Duj. y el *Trichomonas* Donné,

el primero de los cuales se caracteriza por un filamento caudal, al paso que el *Trichomonas*, á la vez que un doble flagelo, tiene una orla vibrátil ondulatoria (figuras 164 y 165). Viven preferentemente en el intestino de animales vertebrados, pero también se alojan en el de los invertebrados. En el hombre se han encontrado el *Cercomonas intestinalis* Lambl y el *Trichomonas vaginalis* Donné.

Las *mónadas* (1), difíciles de separar con precisión de los *monadíneos*, son células simples sin clorófila, cuyos zoosporos pasan casi siempre por estado amiboideo, y después de haber absorbido alimentos entran en un período de reposo caracterizado por la formación de una membrana de células resistentes. Un gran número de ellos (*Monas*, *Pseudospora*, *Colpodella*), llamados *zoosporeas*, son

(1) L. Cienkowski: *Beitrage zur Kenntniss der Monaden*. *Archiv. fur mikrosk. Anatomie*, tomo I, 1865; el mismo: *Ueber Palmellaceen und einige Flagelaten*, t. VI, 1870.

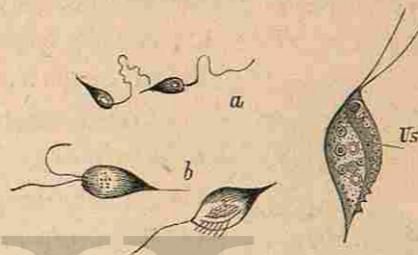


Fig. 164. - a, *Cercomonas intestinalis*; b, *Trichomonas vaginalis*, según Leuckart.

Fig. 165. - *Trichomonas Bactrachorum*, según Stein. Us, orla ondulatoria.

zoosporos vibrátiles con aspecto completo de zoosporos de los mixomicetos, y, excepción hecha de la *Colpodella*, se desarrollan hasta llegar á ser amibos reptantes con pseudópodos puntiagudos. Pudiera considerárselos, equivocadamente, como pequeñas plasmodias, especialmente cuando confluyen varios zoosporos, como sucede en el *Monas amyli*, para formar un amibo. Luego toman la forma esférica (la *Colpodella* sin pasar antes por el estado de amibo), y en tanto que se forma una membrana en su superficie, se disgrega por segmentación del protoplasma en el interior del quiste en un gran número de segmentos, que se escapan en forma de zoosporos y repiten el ciclo de la evolución; *Colpodella pugnax* entre los *Chlamydomonas*, *Pseudospora volvocis*.

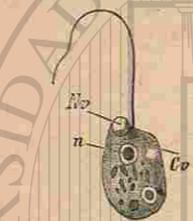


Fig. 166. - *Oikomonas Termo*, según Butschli. *n*, núcleo; *Cv*, vacuola contráctil; *Vo*, vacuola para la ingestión del alimento (vacuola bucal).

Otras mónadas, los llamados *Tetraplastos* (*Vampyrella*, *Nuclearia*), no pasan por el estado de zoosporos, y en cambio el protoplasma del período enquistado de reposo produce por doble ó cuádruple segmentación otros tantos amibos actinofriformes, de los cuales unos, como la *Colpodella*, chupan su alimento de las algas (spirogiras, edogonias, diatomeas), y otros engloban cuerpos extraños. Por su nutrición y movimiento las mónadas se parecen á los rizópodos; pero por todo su ciclo evolutivo coinciden con hongos de formas inferiores como el *Chytridium*, y más que nada con algas y hongos unicelulares, si bien no es fácil comprobar la analogía con los fenómenos evolutivos de muchos infusorios, como el *Amphileptus*. Difiere algo en el desarrollo y formación de quiste la *Spumella vulgaris* de Cienkowski, que absorbe alimentos sólidos (con el auxilio de vacuolas nutricias) y se fija con un filamento; en igual caso se encuentra la *Chromulina nebulosa* Cnkwsk. y *ochracea*. Ehrbg. y el *Oikomonas termo* Ehrbg. (fig. 166).

2. Los *volvocíneos* constituyen un grupo muy afine á las algas (*protococáceas*). Representan colonias de células unidas por una substancia gelatinosa y que en el estado de reposo se parece mucho á las algas por tener cápsula de celulosa, exhalar oxígeno, y tener clorofila y aceites vegetales rojos ó pardos. Durante el período de zoosporos libres poseen la facultad de reproducción, formando las

2. Los *volvocíneos* constituyen un grupo muy afine á las algas (*protococáceas*). Representan colonias de células unidas por una substancia gelatinosa y que en el estado de reposo se parece mucho á las algas por tener cápsula de celulosa, exhalar oxígeno, y tener clorofila y aceites vegetales rojos ó pardos. Durante el período de zoosporos libres poseen la facultad de reproducción, formando las

células aisladas colonias hijas dentro de la colonia madre. Se ha comprobado también una reproducción sexual (conjugación); algunas células aumentan de volumen y se disgregan en multitud de microgonídeas que corresponden á los cuerpos seminales; otras crecen hasta formar grandes ovicélulas, que son fecundadas por las primeras, se rodean de unas cápsulas y caen al fondo en forma de grandes células asteriformes.

En el *Volvox* sólo contribuyen á la reproducción determinadas células, y se marca la diferencia entre células somáticas y reproductivas. Entre las volvocíneas más conocidas merecen mención: el *Volvox globator* (colonias esféricas de numerosísimos individuos unidos por finos filamentos de plasma), el *Gonium pectorale* (colonias tabuliformes formadas por diez y seis individuos) (figura 167) y la *Stephanosphaera pluvialis*.

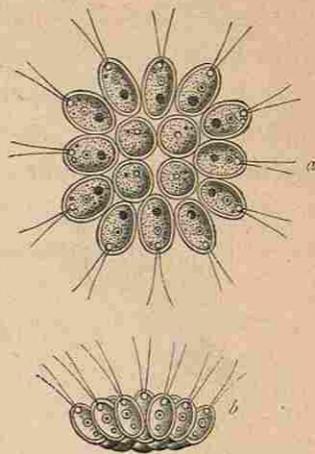


Fig. 167. - *Gonium pectorale*, según Stein. *a*, colonia vista por arriba; *b*, colonia vista de un lado.

3. Los *astasiíneos* (1) son flagelados unicelulares contráctiles que por sus manifestaciones vitales se asemejan á los volvocíneos, pero que absorben sustancias nutritivas sólidas. Durante el período de reposo se reproducen también por segmentación en el interior de la cápsula de celulosa, al par que sufre un cambio su coloración. El género más conocido es el *Euglena*, que según Stein tiene orificio bucal y esófago. Se-

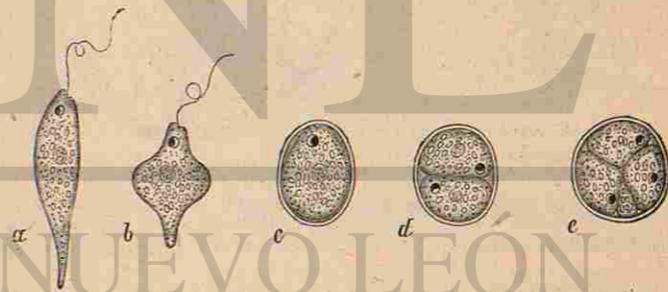


Fig. 168. - *Euglena viridis*; *a*, *b*, en estado libre y distintos estados de contracción; *c* hasta *e*, enquistados y en vía de segmentación, según Stein.

(1) S. Klebs: *Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien*, Tübinga, 1883.

gregan durante el período de reposo una cápsula y se dividen en fragmentos que se especifican (fig. 168), *Euglena viridis*, *E. sanguinolenta*. Otro orden, igualmente con abertura bucal, es el *Astasia* Ehrbg., *A. trichophora* Ehrbg., con la extremidad posterior

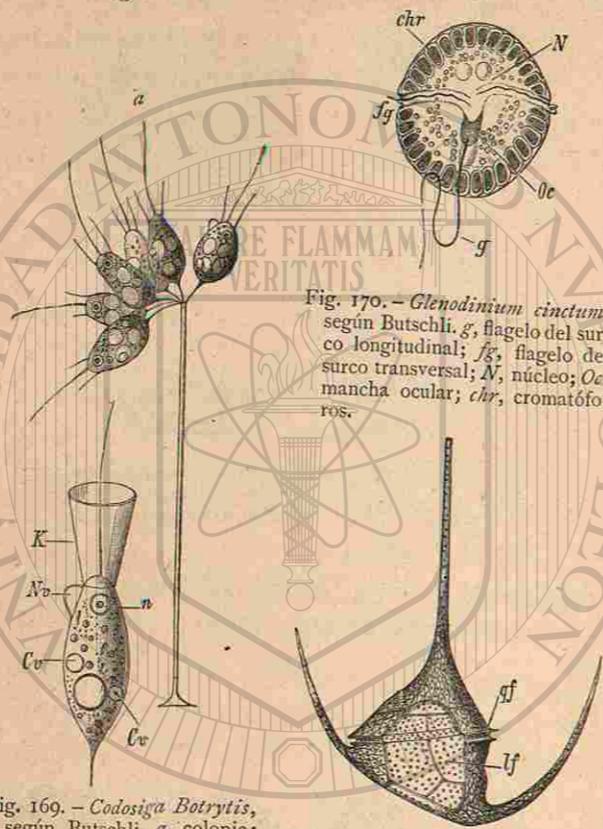


Fig. 169. - *Codosiga Botrytis*, según Butschli. a, colonia; b, individuo; K, collar; n, núcleo; Cv, vacuola contráctil; Nv, vacuola para la ingestión del alimento.

Fig. 171. - Estuche de *Ceratium Tripos*, según Stein. lf, surco longitudinal; sf, surco transversal.

colonias (fig. 169), con núcleos y vacuolas contráctiles; *Salpingoeca Clarkii* Butsch., con estuche; *Phalansterium* Cnk., con collar rudimentario y tubo sinuoso; forman colonias.

III. Orden. *Dinoflagellata* (cilioflagelados) (1). Se distinguen

(1) R. S. Bergh: *Der Organismus der Cilioflagellaten* Morph. Jahrb., t. VII, 1881; F. Stein: *Der Organismus der Infusorien*, tomo III, Leipzig, 1878-1883; Butschli: *Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noctiluca*. Morph. Jahrb., X, 1885; F. Schutt: *Ueber die Sporenbildung mariner Peridiniën*, Bericht der deutsch. bot. Gesellschaft, Berlin, 1887.

redondeada y un flagelo muy largo sujeto oblicuamente en el extremo anterior.

II. Orden. *Choanoflagellata* (*Cylicomastiges*).

Flagelo caliciforme. Con collar protoplasmático, contráctil, que rodea la base del flagelo, y representa el collar de células endodérmicas de las esponjas (de aquí que Clark haya considerado á los flagelados como parientes muy próximos de las esponjas).

Coöosiga Botrytis Ehrbg.; forma co-

por la longitud del flagelo y por tener otro flagelo situado en un surco transversal de la corona cutánea (figs. 170 y 171). Los *peridíneos* pertenecientes á este orden tienen algunos una forma extraña, con grandes prolongaciones corniformes en el estuche, y se aproximan mucho, en lo que se conoce de su desarrollo, á las euglenas. En una depresión está situada la boca, á veces con una especie de tubo esofágico, al extremo del cual hay una vacuola en que entran los alimentos. Además de las formas móviles y acorazadas, hay otras sin órganos de locomoción ni estuche y otras enquistadas, en cuyo interior toman origen una multitud de formas embrionarias. *Glenodinium cinctum* (fig. 170), *Ceratium cornutum* Ehrbg., *Peridinium tabulatum* Ehrbg.

IV. Orden. Los *cistoflagelados* ó *noctilucas* (1) son animales marinos de forma de melocotón; de cuerpo limitado por una membrana resistente, con un apéndice tentáculiforme. En la base de éste se encuentran una invaginación en forma de ranura con un orificio bucal, una eminencia dentiforme y un flagelo vibrátil delgado. El cuerpo, blando, se compone de protoplasma que envuelve un núcleo transparente y en la periferia, entre un líquido hialino, envía numerosos cordones y filamentos anastomóticos con corriente granular hacia el lado interno de la membrana, donde se reúnen formando una red. La substancia contráctil penetra en los apéndices y toma en ellos un aspecto estriado transversalmente (fig. 172). Se alimentan de organismos animales y vegetales, á menudo de tamaño relativamente considerable (copépodos).

La reproducción se efectúa por división (Brightwell), en la que toma parte el núcleo. Tienen otro modo de multiplicación por gérmenes de retoño (zoosporos). Retrayendo ó extendiendo el flagelo se convierte la *noctiluca* en una esfera lisa. Después de la desaparición del núcleo se fracciona el contenido sarcódico en dos ó cuatro masas no bien deslindadas entre sí, y á las cuales corresponden otras tantas expansiones aladas de la pared de la vejiga. Sobre ellas se forman numerosas esferas y elevaciones verrugosas; los esbozos de los zoosporos, que por estrangulación se separan de la

(1) L. Cienkowski: *Ueber Noctiluca miliaris*. Archiv. für mikrosk. Anatomie 1871 y 1872.

membrana, en tanto que el cuerpo de la *noctiluca* toma la forma de un disco. Las esferas y las verrugas se forman, por tanto, á expensas del contenido protoplasmático del disco, que va disminuyendo á medida que avanza la formación de esporos. Estos se desprenden por último en forma de esporos movibles con núcleo y apéndice cilíndrico libre, para transformarse en *noctiluca*, después de atravesar una serie de modificaciones que no nos son conocidas todavía. Según Cienkowski se efectúan fenómenos de conjugación,

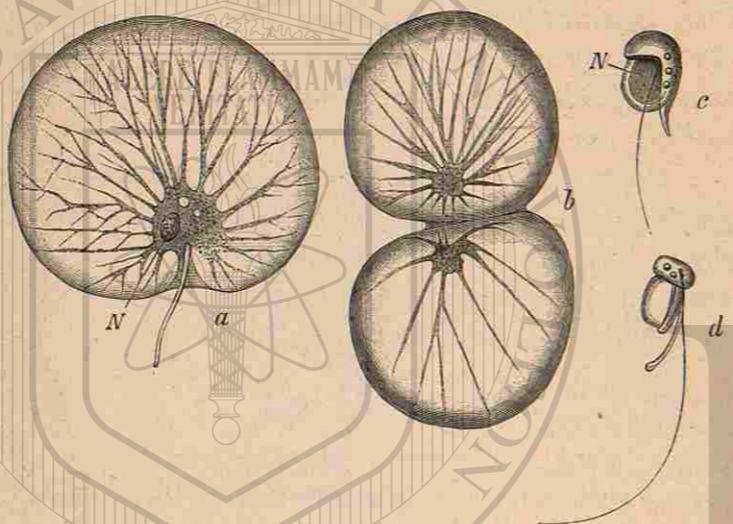


Fig. 172. — *Noctiluca miliaris*, en parte según Cienkowski. *a*, animal único; *b*, conjugación de dos individuos; *c* y *d*, dos zoosporos; *N*, núcleo.

tanto entre las formas normalmente construídas como entre las enquistadas.

Las *noctilucas* deben el nombre á su poder fotogeno, facultad que como ellas tienen una multitud de animales marinos, como las medusas, pirósomas, etc. La luz procede de la capa periférica del protoplasma. En circunstancias adecuadas suben desde el fondo á la superficie del mar en cantidad tan extraordinaria, que la superficie del mar toma un tinte rojizo en una vasta extensión, y después de puesto el sol, y especialmente durante las noches oscuras, ofrece el admirable fenómeno del mar luminoso.

La especie *N. miliaris* está muy esparcida en el mar Báltico y en el Océano Atlántico. Es muy afine á ella el *Leptodiscus medusoides* del Mediterráneo (R. Hertw).

II. SUBCLASE. CILIADOS, CILIATA (1) (INFUSORIOS VIBRÁTILES)

Infusorios cubiertos de pestañas; con boca y ano; cuerpo sarcódico de conformación complicada (con endoplasma y ectoplasma), con núcleo y núcleo de reemplazo (nucleolo).

Los apéndices locomotores más frecuentes son pestañas vibrátiles muy finas, que dispuestas linealmente cubren toda la superficie y le dan un aspecto finamente estriado. Comúnmente son más gruesas las pestañas en las inmediaciones de la boca, y se agrupan formando una orla de pelos gruesos, *zona vibrátil adoral*, que en el acto de nadar producen un movimiento de torbellino y atraen hacia la abertura bucal las sustancias necesarias para la alimentación (fig. 173). En los infusorios sesiles adquiere mucho más desarrollo esta zona; así, por ejemplo, en los *vorticelos*, que no tienen revestimiento ciliar uniforme en toda la superficie. En estos animales hay una ó varias coronas de pestañas

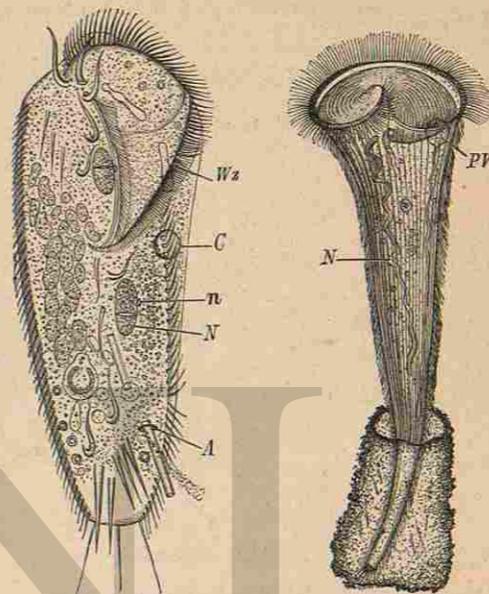


Fig. 173. — *Stylonychia mytilus*, según Stein, vista por la cara ventral. *Wz*, zona vibrátil adoral; *C*, vacuola contráctil; *N*, núcleo; *n*, nucleolo; *A*, ano.
Fig. 174. — *Stentor Reeslii*, según Stein. *O*, abertura bucal con tubo esofágico; *Pv*, vacuola pulsátil; *N*, núcleo.

(1) Véase además de Ehrenberg, Claparede, Lachmann, Butschli, loc. cit., especialmente á F. Stein: *Der Organismus der Infusionsthiere*, t. I y II, Leipzig, 1859 y 1867; M. Nussbaum: *Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde*, Bonn, 1884; A. Gruber: *Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. 40, 1884; el mismo: *Beiträge zur Kenntniss der Phys. und Biol. der Protozoen. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg*, tomo I, 1886; el mismo: *Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien*, ídem, tomo III, 1887; E. Maupas: *Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de zool. experim.*, 2.^a serie, tomo I, 1883; el mismo: *Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés*, ídem, tomo IV, 1888.

membrana, en tanto que el cuerpo de la *noctiluca* toma la forma de un disco. Las esferas y las verrugas se forman, por tanto, á expensas del contenido protoplasmático del disco, que va disminuyendo á medida que avanza la formación de esporos. Estos se desprenden por último en forma de esporos movibles con núcleo y apéndice cilíndrico libre, para transformarse en *noctiluca*, después de atravesar una serie de modificaciones que no nos son conocidas todavía. Según Cienkowski se efectúan fenómenos de conjugación,

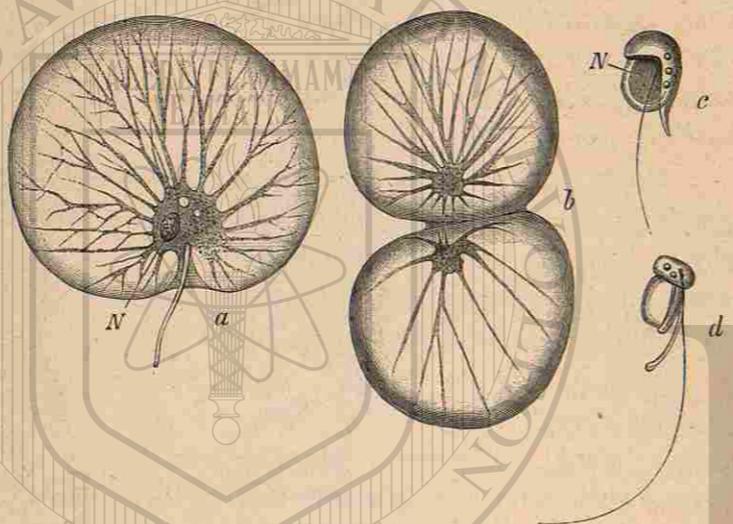


Fig. 172. — *Noctiluca miliaris*, en parte según Cienkowski. *a*, animal único; *b*, conjugación de dos individuos; *c* y *d*, dos zoosporos; *N*, núcleo.

tanto entre las formas normalmente construídas como entre las enquistadas.

Las *noctilucas* deben el nombre á su poder fotogeno, facultad que como ellas tienen una multitud de animales marinos, como las medusas, pirósomas, etc. La luz procede de la capa periférica del protoplasma. En circunstancias adecuadas suben desde el fondo á la superficie del mar en cantidad tan extraordinaria, que la superficie del mar toma un tinte rojizo en una vasta extensión, y después de puesto el sol, y especialmente durante las noches oscuras, ofrece el admirable fenómeno del mar luminoso.

La especie *N. miliaris* está muy esparcida en el mar Báltico y en el Océano Atlántico. Es muy afine á ella el *Leptodiscus medusoides* del Mediterráneo (R. Hertw).

II. SUBCLASE. CILIADOS, CILIATA (1) (INFUSORIOS VIBRÁTILES)

Infusorios cubiertos de pestañas; con boca y ano; cuerpo sarcódico de conformación complicada (con endoplasma y ectoplasma), con núcleo y núcleo de reemplazo (nucleolo).

Los apéndices locomotores más frecuentes son pestañas vibrátiles muy finas, que dispuestas linealmente cubren toda la superficie y le dan un aspecto finamente estriado. Comúnmente son más gruesas las pestañas en las inmediaciones de la boca, y se agrupan formando una orla de pelos gruesos, *zona vibrátil adoral*, que en el acto de nadar producen un movimiento de torbellino y atraen hacia la abertura bucal las sustancias necesarias para la alimentación (fig. 173). En los infusorios sesiles adquiere mucho más desarrollo esta zona; así, por ejemplo, en los *vorticelos*, que no tienen revestimiento ciliar uniforme en toda la superficie. En estos animales hay una ó varias coronas de pestañas

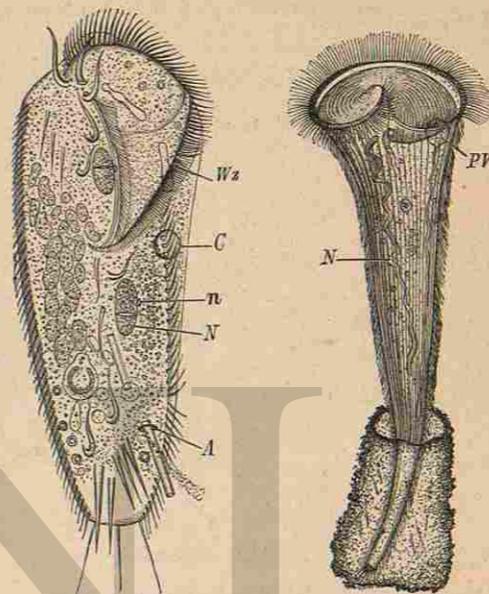


Fig. 173. — *Stylonychia mytilus*, según Stein, vista por la cara ventral. *O*, abertura bucal con tubo esofágico; *Wz*, zona vibrátil adoral; *C*, vacuola contráctil; *N*, núcleo; *n*, nucleolo; *A*, ano.

Fig. 174. — *Stentor Reeslii*, según Stein. *O*, abertura bucal con tubo esofágico; *Pv*, vacuola pulsátil; *N*, núcleo.

(1) Véase además de Ehrenberg, Claparede, Lachmann, Butschli, loc. cit., especialmente á F. Stein: *Der Organismus der Infusionsthiere*, t. I y II, Leipzig, 1859 y 1867; M. Nussbaum: *Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde*, Bonn, 1884; A. Gruber: *Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. 40, 1884; el mismo: *Beiträge zur Kenntniss der Phys. und Biol. der Protozoen. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg*, tomo I, 1886; el mismo: *Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien*, ídem, tomo III, 1887; E. Maupas: *Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de zool. experim.*, 2.^a serie, tomo I, 1883; el mismo: *Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés*, ídem, tomo IV, 1888.

en el borde de una válvula prominente á manera de opérculo, á la que sigue una orla de pestañas inferior más próxima á la boca. En los infusorios que nadan libremente se agregan á las pestañas finas y á las zonas vibrátiles otros pelos más gruesos, cerdas rígidas, estiletes y ganchos más ó menos arqueados, que sirven para arrastrarse sobre los objetos exteriores y agarrarse á ellos.

Algunos infusorios sesiles, como el *Stentor* (fig. 174) y *Colpurnia*, segregan una escama exterior, ó estuche, dentro del cual se recogen.

La absorción de los alimentos rara vez se efectúa por endosmo-



Fig. 175. - *Opalina ranarum*, según W. Engelmann.

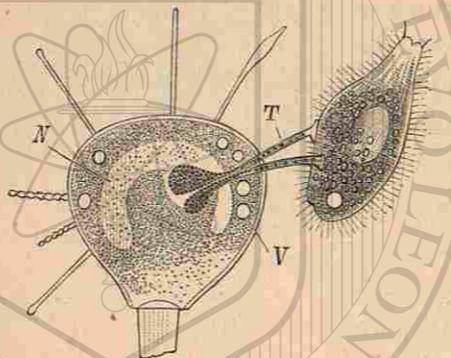


Fig. 176. - *Acinetia ferrumequinum* Ehrbg., chupando á un infusorio pequeño (*Enchelys*), según Lachmann. T, tentáculos chupadores; V, vacuolas; N, núcleo.

sis, á través de toda la superficie tegumentaria, como, por ejemplo, en los *opalinos*, que viven parasitariamente (fig. 175). Los *Acinetos*, que por carecer de abertura bucal no pueden ingerir cuerpos sólidos, tienen en la superficie un número mayor ó menor de tubitos alargados y de estilos contráctiles, con los cuales se adhieren á los organismos extraños y chupan los jugos necesarios para su alimentación (fig. 176). La mayoría de los infusorios tienen abertura bucal, casi siempre cerca del polo anterior, y otra abertura que ejerce las funciones de ano, perceptible en forma de hendidura, en un punto determinado del cuerpo, en el acto de la expulsión del bolo excrementicio.

El parenquima del cuerpo, rodeado por la piel, se divide en un exoplasma granuloso y viscoso, y en un endoplasma más fluido y

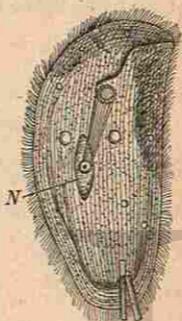


Fig. 177. - *Chilodon cucullus*, según Stein, con esófago en forma de nasa. N, núcleo con nucleolos; del ano salen residuos excrementicios.

transparente, en el cual penetra frecuentemente un esófago fino y más rara vez sostenido por bastoncillos sólidos (*Chilodon*, *Nassula*) (fig. 177). Por este esófago llegan al endoplasma los alimentos englobados en forma de bolo alimenticio, y bajo la influencia de la contractilidad del cuerpo sufren un movimiento lento de rotación, son digeridos, y los residuos inútiles son expulsados por la abertura anal. No existe tubo intestinal limitado por paredes especiales, ni tampoco estómagos múltiples, como los que atribuye Ehrenberg á su *Infusoria polygastrica*, engañado por los bolos alimenticios. En los casos en que se ha descrito un tubo intestinal, se trata sólo de cordones y trabéculas especiales del interior del parenquima, que entre sus lagunas claras contiene espacios llenos de líquido.

El exoplasma fluido viscoso debe ser considerado como la base motriz y sensitiva del cuerpo, en la cual aparecen diferenciaciones semejantes á músculos (*Stentor*, *pedúnculo de los vorticelos*). Rara vez es el asiento de pequeños cuerpos en forma de bastoncillos (por ejemplo *Bursaria leucas*, *Nassula*), comparables á los órganos urticados de los *turbelarios* y *celenterados*. La capa cortical presenta además, como diferenciaciones, las *vacuolas contráctiles*, que aparecen únicas ó múltiples, en determinadas partes del cuerpo. Son espacios transparentes, llenos de líquido, casi siempre redondos, que se achican y desaparecen para aparecer de nuevo y crecer hasta adquirir sus anteriores dimensiones. Generalmente están unidas las vacuolas contráctiles á lagunas vasculiformes, que se hinchan notablemente durante la contracción de las vacuolas (fig. 186). Se atribuye á estas diferenciaciones una significación análoga á la del sistema vascular de los rotíferos y turbelarios, y se las considera como órganos excretores. Esta interpretación tiene á su favor el hecho de que en algunos casos la vacuola contráctil desagua por una abertura pequeña en la superficie y por ella salen gránulos al exterior.

Los *núcleos* y *nucleolos* están alojados en el endoplasma del cuerpo de los infusorios. El *núcleo*, comparado desde hace algunos años al núcleo de las células simples, es un cuerpo único ó múltiple, de forma y situación determinadas. Redondo unas veces y otras oval, elíptico ó en forma de herradura ó de cinta, ó bien di-

vidido por estrangulación en una serie de porciones, encierra una substancia finamente granulada, viscosa, rodeada de una membrana delgada, de la cual, según la errónea opinión de Balbiani y Stein, podrían salir huevos ó esferas germinativas. El *nucleolo*, llamado también núcleo accesorio ó núcleo supletorio, varía también de forma, situación y número en cada especie. Es siempre mucho más pequeño que el núcleo, y muy refringente; por regla general está situado inmediatamente al lado del núcleo ó engastado en una cavidad de éste. El núcleo y el nucleolo desempeñan un papel importante en la reproducción de los infusorios y especialmente en la *conjugación*.

La reproducción de los infusorios se efectúa principalmente por división; los nuevos productos quedan unidos unos con otros y con el animal madre, formando así colonias de infusorios, como las de *Epistylis* y *Carchesium*. La segmentación es lo más frecuentemente transversal (perpendicular al eje longitudinal), como en las *oxitriquinas*, *estentores*, etc., y se realiza mediante cambios y neoformaciones determinadas, previa la fusión y división de los núcleos por una parte y de los nucleolos por otra (fig. 178). En la *Stylonychia*, por ejemplo,

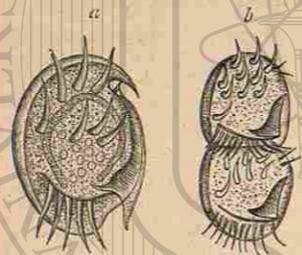


Fig. 178. - a, *Aspidisca tyncaster*, según Stein; b, *Aspidisca polysty- la* en segmentación, según Stein.

antes de que se haga la división se forma la nueva zona vibrátil en la mitad posterior del cuerpo, y se completan los estilos, ganchos y cerdas del ano y de la boca.

Con menos frecuencia se verifica la división en sentido longitudinal (*vorticelinos*) (fig. 179 a y b) y mucho más raras veces en sentido diagonal. A la reproducción asexual precede á menudo un enquistamiento que es de mucha importancia para la conservación de los infusorios en el caso de evaporación del agua ambiente ó en el de falta de alimento. El animal contrae las pestañas y encoge el cuerpo hasta dejarlo reducido á una masa esférica y segrega un quiste transparente, que se endurece y dentro del cual se mantiene en aire húmedo. En el agua se divide luego el contenido en un gran número de fragmentos, que al romperse el quiste quedan en libertad, constituyendo otros tantos individuos. Mediante la división

artificial se consigue también dividir el animal en dos ó más individuos, que á poco tiempo se regeneran hasta formar infusorios normales (*Oxytricha*, *Stentor*); pero es necesaria para la completa regeneración la presencia de un núcleo ó de un fragmento de núcleo.

La *gemmación* es un proceso de reproducción que se observa especialmente en infusorios sesiles. La yema se eleva en forma de prominencia en cualquier parte del núcleo y del nucleolo. En la *Podophrya* se forman á la vez muchos de estos retoños que se desprenden de la pared del animal madre en forma de zoosporos (fig. 180). Los zoosporos de los *Sphaerophrya* penetran en el interior de otros infusorios, como los *Paramacium* y *Stylonychia*, etc., se alimentan á expensas del núcleo engrosado y forman por división retoños, que esporifican y han sido considerados durante mucho tiempo por Stein como embriones zoospóricos de *Stylonychia* (fig. 181 b y c).

Se encuentran muy generalizados los fenómenos de conjugación observados por Leeuwenhoek y O. F. Muller, y á los que van unidas ciertas modificaciones del núcleo y del nucleolo, que han dado ocasión á que se dé equivocadamente á aquellos cuerpos la significación de ovarios y testículos. En realidad se trata de una reproducción sexual (fecundación del huevo) en la que el cambio de la substancia nuclear y la regeneración del núcleo resulta de parte del nucleolo, que funciona como núcleo de reposición. Hay que distinguir, sin embargo, dos formas de unión: la *copulación*, que consiste en la completa fusión de dos individuos y en la fusión permanente de sus núcleos,

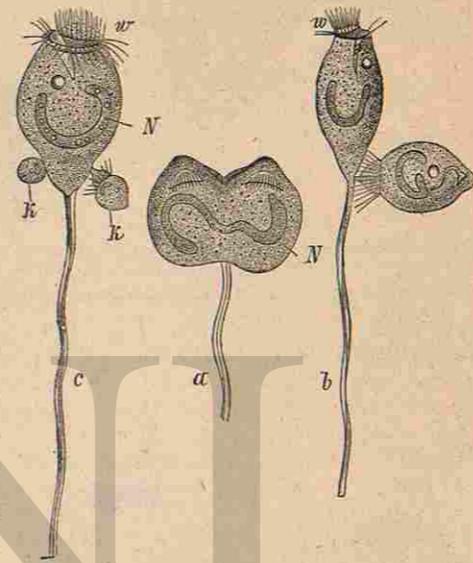


Fig. 179. - *Vorticella microstoma*, según Stein; a, en división; N, núcleo. El aparato bucal es de nueva formación en las dos mitades. - b, está terminada la división; el nuevo individuo se desprende después de haberse formado una corona de pestañas en la parte posterior; W, órgano vibrátil. - c, la vorticela en estado de conjugación gemmiforme; K, los nuevos retoños adheridos.

y la *conjugación*, en que los individuos se unen sólo transitoriamente y experimentan siempre una regeneración de sus núcleos.

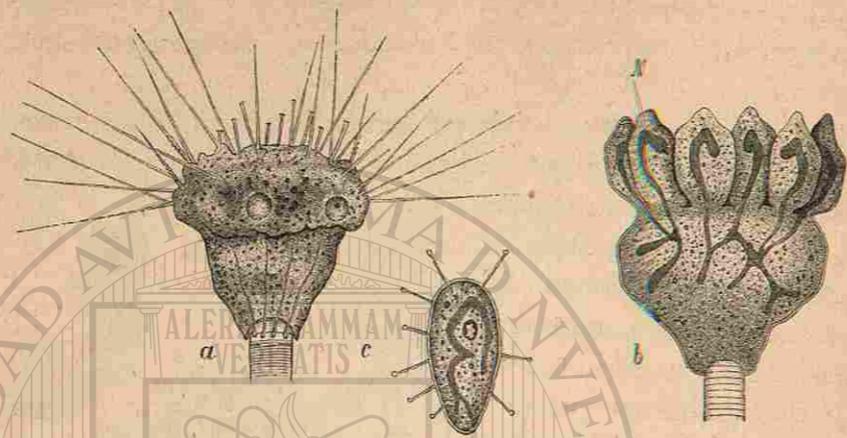


Fig. 180. - *Podophrya gemmipara*, según Hertwig. *a*, con los tubos chapadores y tentáculos en extensión, y dos vacuolas contráctiles. - *b*, el mismo con retoños maduros, en los que penetran prolongaciones del núcleo ramificado (*N*). - *c*, zoosporo libre.

La primera se ha observado principalmente en los vorticelinos y

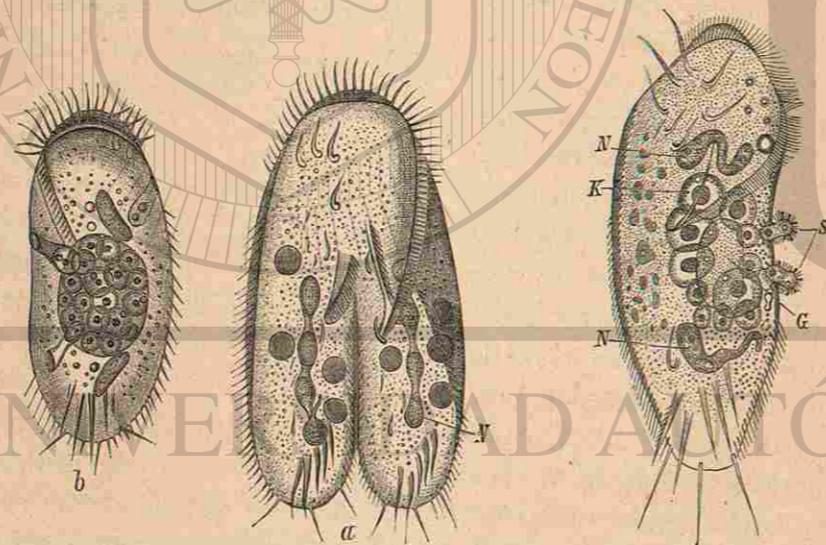


Fig. 181. - *a*, *Stylonychia mytilus* en estado de conjugación. El núcleo (*N*) en estado de división (presuntos huevos de Balbiani); los nucleolos divididos en cuatro esferas (presuntas cápsulas seminales). - *b*, una *Stylonychia* llena de *Spherophrya* parasitaria, según Balbiani. - *c*, *Stylonychia mytilus* con *Spherophrya* esporificada (*S*); *K*, gérmenes de la última sin desarrollar; *N*, núcleo de *Stylonychia*; *G*, abertura sexual.

también en los hipotricos (*Stylonychia*), á la vez que la conjugación, y podría no ser distinta de análogos fenómenos frecuentes en

los vegetales. La conjugación de dos infusorios se efectúa de distintas maneras y da lugar á una fusión más ó menos completa, á la que sigue más tarde, después de la regeneración del núcleo, un acto de división casi siempre repetido. Los paramecios, estentores y espirostomas adaptan recíprocamente en la conjugación sus superficies abdominales; otros infusorios de cuerpo plano, como los *oxitriquinos* y *quilodontos*, ejecutan una conjugación lateral (figura 181 *a*), al paso que los *Enchelys*, *Halteria* y *Coleps* se adaptan por el extremo anterior del cuerpo; la conjugación es en ellos terminal y con el aspecto de una segmentación transversal. En los

vorticelinos y *tricotinos* se efectúa una conjugación lateral, pocas veces entre individuos de tamaño desigual, pudiendo ofrecer la apariencia de una gemmación (conjugación gemiforme) (fig. 179 *c*).

Las modificaciones que experimentan el núcleo y el nucleolo durante y á consecuencia de la conjugación, han

sido minuciosamente observadas en el *Stylonychia* y el *Paramacium* (figs. 181 *a* y 182). Cuando existen varios núcleos se fusionan en un solo cuerpo elíptico (Balbiani), cuya substancia adquiere, antes de su ulterior división, una estructura finamente fibrosa (Butschli), á la manera que la substancia del núcleo de las verdaderas células adquiere en el acto de la división un aspecto estriado fibroso. El nucleolo aumenta también de dimensiones, al par que forma una estriación fina, se convierte en un huso nuclear, y por lenta y repetida división da origen á la formación de un gran número de husos nucleares, algunos de los cuales, así como los fragmentos de los núcleos, mueren ó se eliminan y otros contribuyen á la formación del nuevo núcleo.

En el *Paramacium Aurelia*, según las observaciones de Gru-

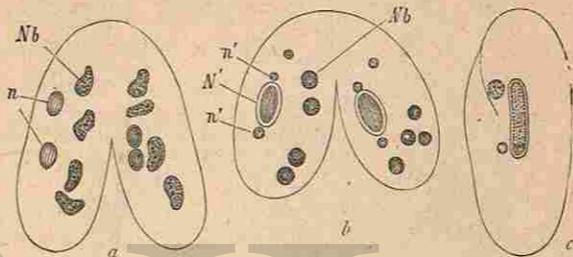


Fig. 182. - Estados de conjugación del *Stylonychia mytilus*, á pequeño aumento (tratados con el ácido acético), según Butschli. - *a*, forma de conjugación con dos cápsulas nucleares; *Nb*, cuatro fragmentos de núcleo en cada individuo. - *b*, forma de conjugación con cuatro cápsulas nucleares, de las cuales una *N'* llegará á ser un nuevo núcleo y *n'* los nucleolos; *Nb*, los cuatro fragmentos del núcleo antiguo. - *c*, *Stylonychia* en el sexto día después de terminada la conjugación, con núcleo y dos nucleolos.

ber (1), se adaptan dos fragmentos fusiformes del nucleolo en el punto de contacto de los individuos conjugados, estableciéndose entre ellos un cambio recíproco de la substancia nuclear (figura 183, 4); según la opinión de antiguos observadores, se efectúan

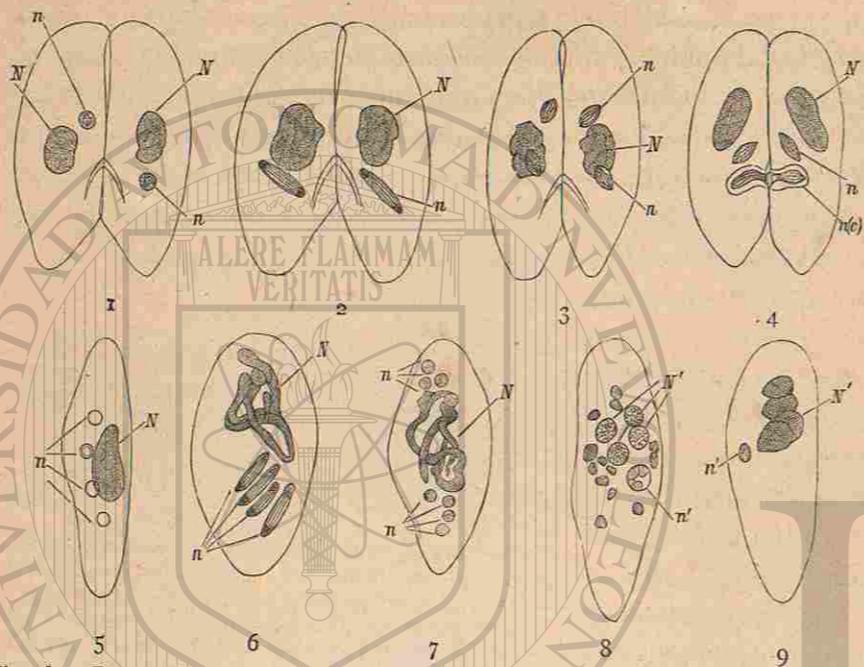


Fig. 183.—Proceso de conjugación del *Paramacium Aurelia*, según Gruber. 1, primer período; 2, período más avanzado: los nucleolos se hacen fusiformes; 3, los nucleolos fusiformes se dividen en dos; 4, dos de ellos se ponen en contacto y establecen cambio recíproco de substancia; 5, período posterior á la creación de la conjugación con cuatro esferas nucleares del nucleolo; 6, las cuatro esferas toman la forma fusiforme; 7, de los cuatro cuerpos fusiformes se forman por segmentación ocho esferas nucleares: el núcleo antiguo ha caído en disgregación; 8, cuatro de aquellas esferas se reúnen para formar el nuevo nucleolo; 9, las otras cuatro aumentan de volumen y forman el nuevo núcleo. — *N*, núcleo y productos de su disgregación; *n*, nucleolo y sus fragmentos de segmentación; *n(c)*, nucleolo en conjugación; *N'* *n'*, núcleo y nucleolo de nueva formación.

tuaría una transmigración y cambio de los nucleolos. Más tarde se vuelven á separar los nucleolos y aparecen en forma de pequeños cuerpos retraídos y sin estriación, pero posteriormente vuelven á convertirse en núcleos fusiformes que se segmentan (figura 183, 6 y 7). Los fenómenos de regeneración del núcleo no se

(1) A. Gruber: *Der Conjugationsprozess bei Paramacium*. Bericht der naturf. Gesellschaft in Freiburg, tomo II, 1886; L. H. Plate: *Ueber einige an den Kiemenblättern von Gammarus pulex lebende Ectoparasiten*. Zeitschr. für wiss. Zool., t. 43; el mismo: *Protozoenstudien*. Habilitationsschrift, Jena, 1888.

realizan en su mayor parte hasta después de cesar la conjugación. En el *Paramacium Aurelia* los individuos independientes, después de cesar la conjugación, poseen, además del núcleo primitivo (gran núcleo) cuatro nucleolos, que también sufren segmentación. El núcleo antiguo crece hasta formar una cinta flexuosa, que se divide en fragmentos, en tanto que cuatro de las esferas claras procedentes del nucleolo se funden en un nuevo nucleolo (fig. 183, 8), según Butschli, quedando sólo uno de ellos como nucleolo, y los otros cuatro se agrandan y reúnen en un nuevo núcleo grande (fig. 183, 9).

Luego que cesa la conjugación viene un período de repetidas divisiones, y según han demostrado las extensas y minuciosas investigaciones de Maupas, existe una perfecta regularidad en la sucesión de los fenómenos de conjugación y división; los cuales no se efectúan arbitrariamente en una época cualquiera, sino que conducen á la degeneración del organismo sin que se interponga una nueva conjugación. Los infusorios se van reduciendo á dimensiones cada vez menores, al cabo de cierto número de divisiones; varían la forma del cuerpo y la del núcleo; pierden una parte de las pestañas vibrátiles y la aptitud para apoderarse de los alimentos.

Finalmente, si no ha acaecido á su debido tiempo la conjugación que ha de salvarlos, sobreviene la muerte natural á consecuencia de degeneración senil. Existen en los organismos unicelulares condiciones análogas á las de los metazoarios, cuyas células se conjugan recíprocamente (reproducción sexual), dando origen á generaciones celulares que se multiplican por divisiones repetidas, y la diferencia consiste sólo en que en el primer caso cada célula representa á la vez la célula formativa y la germinativa, al paso que en los metazoarios están separadas las células formativas y las germinativas, hallándose las primeras en toda la serie generativa reunidas en un organismo que encierra las células germinativas. Esta

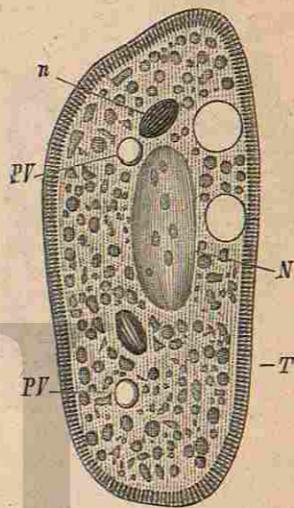


Fig. 184.—*Paramacium bursaria*, una hora después de cesar la conjugación, según Butschli. *N*, núcleo; *n*, nucleolo; *PV*, vacuola pulsátil. Dos de las cápsulas nucleares se han convertido en esferas transparentes, *T*, trichocisto.

diferencia ha dado ocasión á que se haya hablado en sentido satírico de la «inmortalidad de los unicelulares.»

El género de vida de los infusorios que habitan de preferencia en el agua dulce, es en extremo variado. La mayoría de ellos se alimentan independientemente, apoderándose de cuerpos nutritivos más ó menos voluminosos, y hasta de rotíferos. Algunos como el *Amphileptus* prefieren infusorios sedentarios como *Epistylis* y *Carchesium*, y se los tragan hasta el origen del pedúnculo; luego se

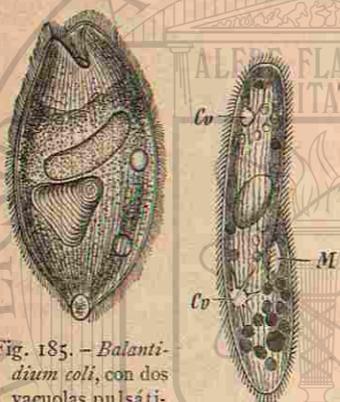


Fig. 185. - *Balantidium coli*, con dos vacuolas pulsátiles, según Stein. Debajo del nucleolo hay un gránulo de almidón corroído. Por el extremo posterior sale del ano un apéndice excrementicia.

Fig. 186. - *Paramecium Aurelia*, según Ehrenberg. M, boca; Cv, vacuolas contractiles con lagunas vasculares.

gregan una cápsula que se adapta al pedúnculo, y dividiendo el contenido da origen á dos ó más individuos independientes. Algunos como los opalinos sin boca, y muchos bursáridos, hacen vida parasitaria en los intestinos y vejiga urinaria de los vertebrados. A éstos corresponde el *Balantidium coli*, parásito del intestino grueso del hombre (fig. 185).

Orden 1. *Holotricha*. Cuerpo uniformemente revestido de pestañas, dispuestas en series longitudinales y más cortas que el cuerpo. A veces tiene alrededor de la boca pestañas más largas, pero que no forman zona circumbucal.

Además de los opalinos, parásitos sin boca ni ano (*Opalina ranarum*, que vive en el intestino recto de la *Rana temporaria*) (fig. 164), pertenecen á este orden las siguientes:

Fam. *Tracheliida*. Cuerpo metabólico, prolongado hacia adelante en un apéndice en forma de cuello. Boca situada en el abdomen, sin pestañas largas. *Trachelius ovum* Ehrbg., *Amphileptus fascicola* Ehrbg.

Fam. *Colpodida*. Cuerpo de forma constante. Boca abdominal situada en una depresión, provista siempre de pestañas largas ó repliegues ondulados. *Paramecium Aurelia* F. Mull. (fig. 186), *P. Bursaria* Focke, *Colpoda cucullus* Ehrbg., *Nassula elegans* Ehrbg., *Glaucoma scintillans* Ehrbg. Es afín el *Coleps* Ehrbg.

Orden 2. *Heterotricha*. Cuerpo uniformemente revestido de pestañas finas, dispuestas en series longitudinales, con zona adoral bien perceptible.

Fam. *Bursariida*. La zona adoral de pestañas casi siempre junto al borde de la mitad izquierda del cuerpo. *Bursaria truncatella* O. F. Mull., *Balantidium coli* Malmst; parásito en el intestino colon del hombre (fig. 173). *Spirostomum ambiguum* Ehrbg.

Fam. *Stentoridae*. En el extremo anterior del cuerpo metabólico un peristoma con depresión infundibuliforme; sin esófago propiamente tal (fig. 163). *Stentor polymorphus* O. F. Mull., *St. coeruleus* Ehrbg., *St. Roeselii* Ehrbg.

Orden 3. *Hypotricha*. Cuerpos con las caras dorsal y ventral de distinta conformación. La superficie dorsal convexa, casi siempre desnuda; la abdominal ciliada, con ganchos y garras. Boca en la cara abdominal.

Fam. *Oxytrichida*. Cuerpo oval, alargado. En la mitad izquierda del abdomen un peristoma con zona adoral de pestañas. A cada lado de la cara abdominal una línea marginal de pestañas y además ganchos y agujones. *Styloynchia pustulata* Ehrbg. con 8 garras frontales, 5 cirros abdominales y 5 anales. *St. mytilus* (fig. 173), *Oxytricha gibba* O. F. Mull.

Fam. *Aspidiscida*. Cuerpo acorazado en forma de escudo. Arco ciliar adoral que avanza mucho hacia atrás; 7 agujones ventrales en forma de garras y 5, 10 ó 12 agujones anales también en forma de garras (fig. 178). *Aspidisca lynceus* Ehrbg. *A. lyncaster* St.

Fam. *Chilodontida*. Cuerpo casi siempre acorazado con esófago en forma de nasa de pescar. *Chilodon cucullus* Ehrbg. (fig. 177).

Orden 4. *Peritricha*. Cuerpo cilíndrico ó campanuliforme, parcialmente ciliado. Las pestañas revisten un disco adoral ciliado y á menudo corselete anular.

Fam. *Vorticellida*. Con espiral ciliada adoral, sin estuche; fijos por medio de un pedículo; casi siempre reunidos en colonias. *Vorticella microstoma* Ehrbg. (figura 179), *Epistylis plicatilis* Ehrbg., *Zoothamnium arbuscula* Ehrbg., *Carchesium polypinum* Ehrbg.

Fam. *Trichodinida*. Con espiral ciliada adoral y corona ciliada; con aparato de fijación en el extremo posterior del cuerpo. *Trichodina pediculus* Ehrbg.

Fam. *Halteriida*. A la vez que espiral ciliada adoral existe una zona ecuatorial de pestañas largas. *Halteria volvox* Clap. Lachm.

Orden 5. *Suctoria*. Cuerpo, casi siempre, sin pestañas, con apéndices tentaculiformes capitulados, que obran como chupones, y á veces con filamentos prehensiles.

Fam. *Acinetina*. *Acineta mystacina* Ehrbg., *Podophrya cyclopum* Clap. Lachm., *Podophrya gemmipara* R. Hertw. (fig. 180), *Sphaerophrya* Clap. Lachm. (fig. 181).

Como apéndice de los protozoarios hemos de mencionar aún los *Esquizomicetos* y los *Esporozoarios* (gregarinos), muy afines á los hongos.

1. Los *Esquizomicetos* (1) (bacterias) son cuerpos pequeños, esféricos ó en forma de bastoncillos, que se encuentran en las sustancias en descomposición y especialmente en la superficie de los líquidos pútridos, donde forman una membrana nucleiforme (fig. 187). Tienen mucha semejanza con los hongos de la fermentación y se identifican con ellos en las condiciones de su proceso nutritivo, puesto que consumen amoníaco y combinaciones orgánicas carburadas. Como ellos, provocan y sostienen los procesos de fermentación y putrefacción de las sustancias orgánicas, sustrayendo oxígeno ó fijando el del aire (fermentos de reducción ó de oxidación); pero se diferencian de ellos por la forma de desarrollo, puesto que se multiplican por división en dos mitades, al paso que los hongos de la fermentación (*Saccharomyces*, *Hormiscium*) proyectan prolongaciones que se estrangulan y forman esporos. La escisión se efectúa, previa la prolongación de las células en longitud, la estrangulación del protoplasma y la formación de un tabique transversal. Las células hijas se separan unas veces inmediatamente y otras quedan unidas y dividiéndose de nuevo forman filamentos (bacterias filamentosas). En otros casos quedan las generaciones celulares unidas por una substancia gelatinosa intermedia y forman masas gelatinosas irregularmente conformadas (*Zooglea*) y otras quedan dispersas á manera de hormigueros móviles. Pueden también depositarse en el fondo en forma de un precipitado pulverulento, tan luego como se han agotado las sustancias que

Fig. 187. — *Esquizomicetos*, según F. Cohn. *a*, *Micrococcus*; *b*, *Bacterium termo*, bacterias de la putrefacción; ambas en estado libre y en forma de zooglea.

les procuraban alimento. La mayor parte de ellas pasan por un estado de movimiento y otro de movilidad; en el primero giran alrededor de su eje longitudinal y pueden también doblarse y extenderse, pero nunca culebrear. La movilidad parece ir unida á la presencia de oxígeno. La división de las bacterias en géneros y especies es de todo punto irrealizable por la falta de reproducción sexual, y es forzoso limitarse á establecer la división artificial de formas específicas y especies y variedades fisiológicas, sin poder demostrar siempre su autonomía propia. F. Cohn distingue cuatro grupos: bacterias esféricas ó *micrococos* (*Monas*, *Mycoderma*); bacterias en forma de bastoncillo, *bacterium*; bacterias filiformes, *bacillus* y *vibrio*, y bacterias en espiral ó *spirillum* y *spirochete*.

Las bacterias esféricas son las formas más pequeñas y sólo presentan movimiento molecular; provocan diversas descomposiciones, pero no determinan la putrefacción.

(1) F. Cohn: *Beitrag zur Biologie der Pflanzen*, tomo I, parte 2 y 3, 1872 y 1875; tomo II, 1876; *Untersuchungen über Bakterien*, 1, 2 y 3 (Eidam, *Bacterium termo*); Nageli: *Die niederen Pilze*, Munich, 1877; Koch: *Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten*, Leipzig, 1878; W. Zopf: *Die Spaltpilze*, Breslau, 1883.

Por su distinta forma de evolución se pueden dividir en especies cromógenas (pigmentos), cimógenas (fermentos) y patógenas (contagios). Las primeras se presentan

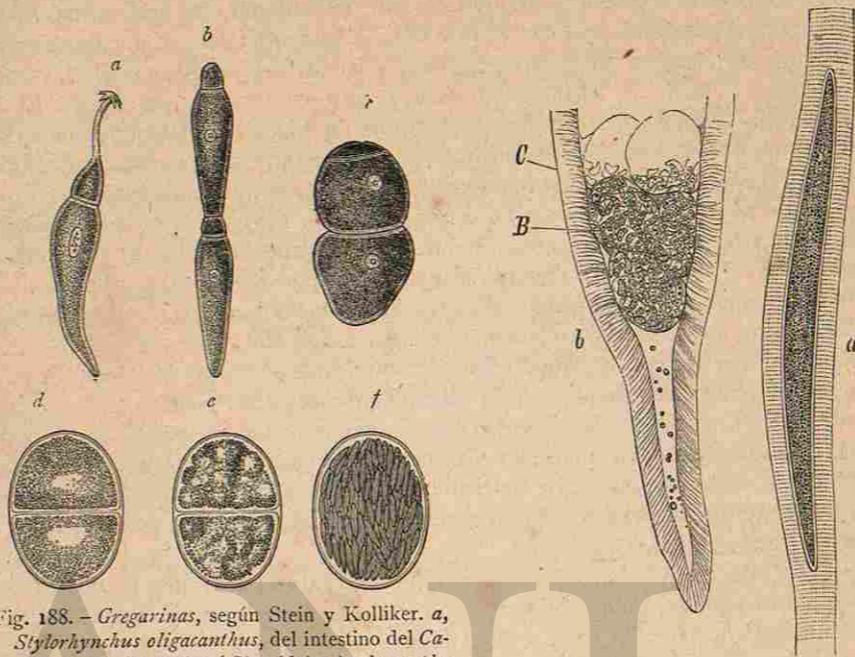


Fig. 188. — *Gregarinas*, según Stein y Kolliker. *a*, *Stylorhynchus oligacanthus*, del intestino del *Calopteryx*; *b*, *Gregarina* (*Clepsidrina*) *polymorpha* del intestino del *Tenebrio molitor*, en conjugación; *c*, el mismo en vía de enquistamiento; *d*, gregarinas en enquistamiento; *e*, en estado de seudonaviculas; *f*, quiste de seudonaviculas con seudonaviculas fecundas.

Fig. 189. — Tubos de Rainey, de la carne de cerdo; *a*, tubo en el interior de una fibra muscular; *b*, extremo posterior del mismo, considerablemente aumentado, *C*, capa cuticular; *B*, pelotón de esporos.

en masas gelatinosas coloreadas y vegetan en forma de zooglea, ejemplo el *Micrococcus prodigiosus* Ehrbg. cultivado en la patata (la conseja del pan sanguinolento). A los cimógenos pertenece el *Micrococcus urea*, fermento de la orina, y á los patógenos el *M. vaccinae*, bacteria de la viruela, el *M. septicus* de la piohemia y el *M. diphtheriticus* de la difteria.

Las bacterias en forma de bastoncillo forman pequeñas cadenas ó filamentos, y cuando tienen alimento suficiente y están en presencia del oxígeno ofrecen movimientos espontáneos. A ellas corresponde el *Bacterium termo* Ehrbg., esparcido en todas las infusiones animales y vegetales,

y que es el fermento necesario de la putrefacción, como la levadura lo es de la fermentación alcohólica; y además el *B. Lineola* Ehrbg., de mayor tamaño, y que se encuentra en las aguas de fuente y en las estancadas aunque no tengan productos de putrefacción y tiene, como aquél, gelatina zoogleica. Según Hoffmann, hay otra forma de bacteria que es el fermento del ácido láctico.

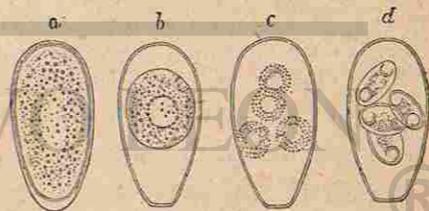


Fig. 190. — *Coccidium oviforme*, procedente del hígado del conejo; aumento 550 veces, según Leuckart; *c*, *d*, estado de esporificación.

Entre las bacterias filamentosas, el *Bacillus subtilis* (*vibrio*), dotado de movimientos, provoca la fermentación butírica y se encuentra en algunas infusiones á la vez que el *Bacterium termo*. Es pariente muy afine del anterior, del cual apenas puede distinguirse; pero está privada de movilidad la bacteridia del carbúnculo, *Bacillus anthracis*. El *Bacillus Malariae*, causa, según Klebs, del paludismo. El *B. Kochii*, bacteria del tubérculo. El tifus abdominal se atribuye también á un bacilo. El *Vibrio regula* y *serpens* se caracteriza por la forma ondulada del filamento, que aparece en conjunto en forma de tirabuzón, flexible y largo, pero de vueltas muy unidas en el *Spirochæte*, y grueso, corto, de vueltas más distantes en el *Spirillum*.

Los esporozoarios gregarinos (*gregarina*) (1) (fig. 188) son organismos unicelulares que viven parasitariamente en el intestino y órganos internos de los animales inferiores. El cuerpo es á menudo alargado, vermiforme, y consiste en una masa fundamental granulada y viscosa revestida de una membrana fina (á veces con capa subcuticular de estrías unicelulares); en dicha masa se aloja un cuerpo claro, reducido ú oval, el núcleo. La estructura suele complicarse por la presencia de un tabique que establece separación entre el extremo anterior y el resto del cuerpo. En esta conformación, la extremidad anterior llega á adquirir la forma de una cabeza, tanto más cuanto suelen desarrollarse en ella aparatos de fijación en forma de ganchos y apéndices (*Stylorhynchus*). La nutrición se efectúa endosmóticamente á través de la pared exterior, al paso que el movimiento está limitado á una lenta reptación del cuerpo que se contrae débilmente.

En el estado adulto aparecen á menudo las gregarinas adheridas de dos en dos ó en mayor número. Este estado de unión precede á la reproducción (fig. 188). Los dos individuos adaptados en el sentido de su eje longitudinal se contraen, se rodean de un quiste común y mediante un proceso análogo al de segmentación se disgregan en una multitud de esporos pequeños que se convierten en cuerpecitos fusiformes (*seudonavículas*). El quiste segregado alrededor de los individuos copulados, ó de un solo individuo, se convierte en *quiste de las seudonavículas*, que al romperse deja libres los cuerpecitos fusiformes. Cada seudonavícula produce un cuerpo con movimiento amiboideo, según puede deducirse, respecto de algunas formas, de las observaciones de Lieberkuhn en los psorospermios del sollo. En otros casos (*Monocystis*, *Gonospora*, etc.) se desarrollan en los esporos bastoncillos falciformes, que se transforman en gérmenes sin pasar por el estado amiboideo (*Monocystis agilis* del testículo de la lombriz de tierra. *Gregarina* L. Duf. (*Clepsidrina Hammersch*). Cuerpo con tabique divisorio plano y cabeza saliente en forma de verruga en el extremo anterior; hijos durante la primera edad. *Gr. blattarum* v. Sieb., *Gr. polymorpha* Hammersch., en el *Tenebrio*; *Stylorhynchus* Stein (fig. 188).

Presentan gran semejanza con los quistes de seudonavículas, los organismos conocidos desde hace mucho tiempo con el nombre de *sorospermios* y que suelen encontrarse en el hígado del conejo, en el

(1) N. Lieberkuhn: *Evolution des Gregarines. Mém. cour. de l'Acad. de Belg.*, 1855; el mismo: *Beitrage zur Kenntniss der Gregarinen; Arch. fur Anat. und Physiol.*, 1865; Aimé Schneider: *Contributions à l'histoire des Gregarines des invertébrés de Paris et de Roskoff. Archives de Zool. experim.*, tomo IV, 1875; G. Balbiani: *Leçons sur les sporozoaires*, París, 1884; Butschli: *Kleine beitrage zur Kenntniss der Gregarinen. Zeitschr. fur wiss. Zool.*, tomo XXXV, 1881.

moco intestinal, en las branquias de los peces, en los músculos de muchos mamíferos, etc., y cuya naturaleza no es conocida con exactitud. Otro tanto sucede respecto de los tubos de Mischer y Rainey (fig. 189), que se encuentran en los músculos del cerdo, así como los tubos parasitarios de los isópodos y cangrejos, que Cienkowski ha incluido entre los hongos con el nombre de *Amæbidium parasiticum* y por su reproducción corresponden á las gregarinas y sus quistes.

Deben ser considerados también como gregarinas los *coccidios* que aparecen en las células del epitelio intestinal y en los conductos biliares de los mamíferos (fig. 190). Estos organismos se transforman en zoospermios ovulares, rodeándose de un quiste, y producen multitud de esporos á expensas de su contenido granuloso. En el *Coccidium oviforme*, del hígado del conejo y del hombre, sólo se producen cuatro esporos que se transforman en bastoncillos falciformes.

TIPO II

CELENERADOS, CŒLENERATA (1)

(ZOOPHYTA, ANIMALES PLANTAS)

Animales radiados, de dos, cuatro ó seis radios, con mesodermo conjuntival, á menudo gelatinoso, y cavidad digestiva central (cavidad gástrica).

En los celenterados aparece por primera vez la existencia de órganos y tejidos diferentes compuestos de células. Además de epitelios externos é internos, se encuentran ya en ellos órganos circulatorios, formaciones duras, córneas, calcáreas y silíceas, músculos, nervios y órganos de los sentidos. Las funciones vegetativas son desempeñadas por la superficie interna de la cavidad gástrica, que funciona como estómago y como intestino (no como sistema vascular) tanto en sus partes centrales como en las periféricas. R. Leuckart fué el primero que reconoció la alta importancia de la cavidad gástrica, considerada por él como cavidad gastro-vascular, y la tomó por base para separar los pólipos y medusas de los equinodermos, y para dividir los radiados de Cuvier en dos tipos: los *celenterados* y los *equinodermos*. Posteriormente se adquirió el conocimiento del próximo parentesco que con los pólipos y medusas tienen los poríferos, considerados primero como plantas y luego como colonias de protozoarios, y se les incluyó en el tipo de los celenterados. Pero así como los celenterados propiamente dichos ó *cnidarios* se hallan caracterizados por la posesión de órganos urticados y por la más elevada diferenciación de sus tipos, los poríferos ó *espongiarios* presentan tejidos más elementales, la masa de su cuerpo tiene aspecto esponjoso y carecen de cápsulas urticadas.

(1) R. Leuckart: *Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse niederer Thiere*, Brunswik, 1848.

La estructura general del cuerpo es radiada, por más que en la mayoría de los espongiarios no es ostensible la disposición radiada y entre los mismos cnidarios se presentan casos de transición á la simetría bilateral. El número de órganos similares repetidos alrededor del eje del cuerpo es generalmente de cuatro ó seis.

Los celenterados se pueden dividir en las siguientes formas fundamentales: 1.^a, esponjas, 2.^a, pólipos y medusas, y 3.^a, tenóforos.

La esponja, en su forma más simple, representa un tubo cilíndrico, sesil, con una abertura de salida (*osculum*) en su extremo libre (fig. 191). La pared contráctil, sostenida por espículas, está atravesada por

multitud de poros pequeños de entrada, por los cuales llegan al espacio central ciliado el agua y los cuerpos alimenticios. Por la unión de individuos primitivamente aislados ó por la neoformación mediante gemmación, ó brotes, se forman colonias de esponjas de diversas formas y dotadas de sistemas complicados de conductos, cuya naturaleza polizoica se da á conocer por la existencia de varios ósculos.

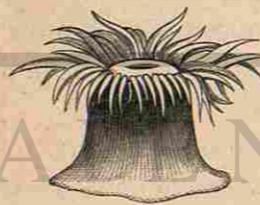


Fig. 192. - *Sagartia nivea*, según Gosse.

El pólipo (fig. 192) constituye un tubo cilíndrico ó cónico que está fijo por su extremo posterior, y en la extremidad opuesta, libre, tiene una abertura bucal, situada en el vértice de una elevación plana ó cónica, el cono bucal. La boca está rodeada de uno ó varios círculos de tentáculos, y da entrada á una cavidad visceral única (pólipos hidróideos), ó mediante un tubo bucal comunica con una cavidad gastro-vascular complicada

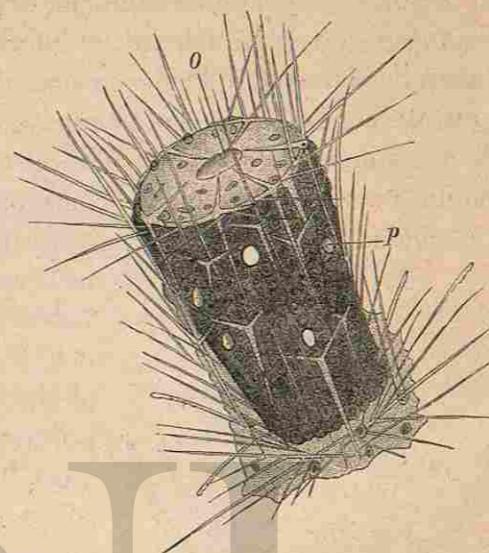


Fig. 191. - *Sycon* joven, según F. E. Schulze. O, *osculum* ó abertura de salida; P, poros de la pared.

(pólipos de coral). La falta de tentáculos da origen á la forma llamada *polipoide*, que se reduce á un simple tubo hueco provisto de boca.

La medusa, que nada libremente, deriva del pólipo y constituye un disco aplanado, ó una campana de consistencia gelatinosa ó cartilaginosa, en cuya superficie inferior (*subumbrella*) pende un pedículo central terminado en una abertura bucal. Este pedículo bucal se continúa frecuentemente alrededor de la boca en varios lóbulos voluminosos y tentáculos, al paso que del borde del disco sale un número más ó menos considerable de tentáculos filiformes. La cavidad central del cuerpo, á la cual conduce el pedículo bucal,

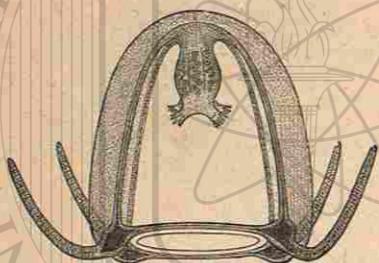


Fig. 193. - Medusa de la *Podocoryne carnea*, con cuatro tentáculos marginales y ovarios en el pedículo gástrico: inmediatamente después de su separación de la colonia.

es la cavidad gástrica, y de ella salen bolsas periféricas ó conductos radiados, llamados vasos, que se dirigen al borde del disco y en él se reúnen por regla general para formar un vaso circular. La subumbrella muscular ejecuta la locomoción de la medusa, ensanchando y estrechando alternativamente su espacio cóncavo é impulsando así en dirección opuesta al choque de retroceso del agua

(figura 193). La medusa se reduce frecuentemente á una forma más simple, la *medusoide*, que carece de tentáculos marginales y de pedículo gástrico, y aparece también como apéndice del cuerpo de un pólipo sin llegar á constituir individualidad independiente.

A pesar de sus notables diferencias, la medusa y el pólipo son modificaciones de una sola forma fundamental, pudiendo compararse la medusa á un pólipo aplanado desprendido de su punto de fijación, en el cual se ha dilatado la cavidad gástrica y el disco bucal se ha revestido de una cubierta muscular.

La forma fundamental del tenóforo es un esferoide con ocho meridianos de láminas (costillas), que se mueven en el agua merced á las oscilaciones de estas láminas, que obran á la manera de remos (figura 194). El parénquima del cuerpo está formado principalmente en los *espongiarios* de células amiboideas, frecuentemente provistas

de flagelo, pero sin producir nunca cápsulas urticadas. En los *cnidarios* (pólipos y medusas) se forman en ciertas células órganos especiales llamados *órganos urticarios* ó *pescadores* (fig. 194). Son estas pequeñas cápsulas formadas en las células, cnidoblastos, con su líquido y un filamento largo arrollado en espiral, que en determinadas condiciones mecánicas, por ejemplo bajo la influencia de la presión producida por el contacto, se proyecta

repentinamente hacia fuera, previa la rotura de la cápsula, y se adhiere al objeto con que se ha puesto en contacto ó penetra en él con una porción del líquido contenido en la cápsula. Estas armas microscópicas se acumulan en gran cantidad en ciertas partes del cuerpo, especialmente en la inmediación de los tentáculos y filamentos tentaculares, hallándose algunas veces acondicionadas á manera de baterías de órganos urticarios (botones urticarios).

En los *tenóforos*, que son como un tercer subtipo, la falta de células urticarias está sustituida por células glutinosas. Los tejidos celulares están generalmente dispuestos en dos ó tres capas, de las cuales la más externa ó *ectodermo* forma la cubierta, y la interna ó *endodermo* reviste la cavidad gástrica. Entre ambas se forma el

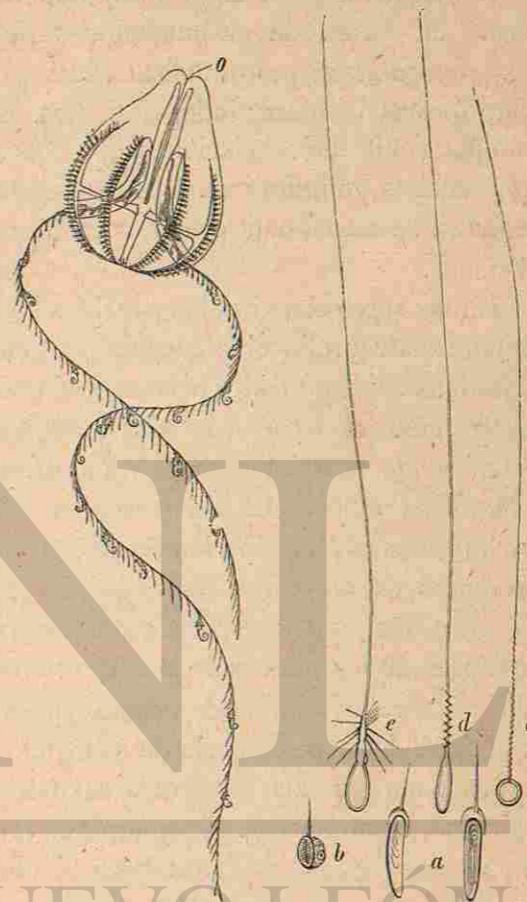


Fig. 194. - *Cydippe* (*Hormiphora*) *plumosa*, según Chun. O, boca.

Fig. 195. - Cápsulas urticarias y endoblastos de los sifonóforos. a y b, con el cnidocilio de la célula c hasta e, con el filamento proyectado después de rota la cápsula.

mesodermo, membrana de sostén, homogénea y delicada, ó capa intermedia más resistente de tejido conjuntivo, que contiene los elementos del esqueleto y puede ser de muy distintos caracteres.

Los músculos se forman primeramente en la intimidad del ectodermo, en forma de prolongaciones de células (llamadas células neuromusculares), pero muchas veces penetran en el mesodermo como formas celulares independientes. En el ectodermo aparecen también, como diferenciaciones, epitelios sensitivos, fibrillas nerviosas y células gangliónicas. Las células endodérmicas, provistas de pestañas, se relacionan preferentemente con la digestión y las secreciones.

En los seres constituidos por tipos de carácter uniforme es muy frecuente la reproducción *asexual* por gemmación y división. Si los individuos así producidos permanecen unidos se forman las *colonias*, tan frecuentes en las esponjas y pólipos, y la sucesiva multiplicación de sus individuos en el transcurso del tiempo puede llegar á adquirir dimensiones considerables. Hállase, sin embargo, muy generalizada la reproducción *sexual*, produciéndose los huevos y los filamentos espermáticos en el tejido del cuerpo casi siempre en determinados puntos alrededor de la cavidad gastro-vascular. Por regla general los huevos se ponen en contacto con los espermatozoides fuera de su punto de origen, ya en la cavidad del cuerpo, ya en el agua del mar, después de salir del cuerpo materno. Rara vez se producen los dos elementos sexuales en el cuerpo del mismo individuo, como sucede por ejemplo en muchas *esponjas*, en algunos *antozoarios* y en las medusas hermafroditas. En los *cnidarios* que viven en colonias es la regla la división sexual, siendo unos machos y otros hembras los individuos de una colonia. Los géneros *Verecillum*, *Diphyes* y *Apolemia* son dióicos.

El desarrollo de los celenterados consiste en general en una metamorfosis. Los seres recién salidos del huevo difieren de los sexuados en forma y estructura, y atraviesan una serie de *estados larvarios*. La mayoría abandonan el huevo en forma de larva vibrátil de aspecto de infusorio; más tarde adquieren boca y cavidad gástrica, y órganos para la prehensión de los alimentos, ya sea en condiciones de libre locomoción, ya sea adhiriéndose á objetos

existentes en el mar. Si las formas jóvenes, distintas de las sexuales, tienen aptitud para la gemmación, su desarrollo da origen á diversas formas de *generación alternante*.

En el estado actual de la ciencia parece la más justificada la división de los celenterados en los tres subtipos de *espongiarios*, *cnidarios* y *tenóforos*.

I. SUBTIPO. ESPONGIARIOS, SPONGIARIA (1) = PORIFERI

Cuerpo de consistencia esponjosa, con movimientos amiboideos, compuesto de un conjunto de células, sostenido por un esqueleto resistente, silíceo, calcáreo ó córneo; con poros cutáneos externos, un sistema interior de conductos y uno ó muchos orificios excretorios (oscula). El ósculo primitivo corresponde al polo aboral de la larva, que se fija por el polo del primitivo orificio bucal, obliterado.

En la actualidad son consideradas casi unánimemente como *celenterados* las esponjas. Están constituidas por un tejido muy movable, sostenido casi siempre por un armazón resistente compuesto de filamentos y espículas entretejidos. En la periferia hay orificios grandes y pequeños, y en el interior de la masa existe un sistema de conductos y cavidades, en los cuales sostienen una corriente constante de agua las oscilaciones de las pestañas. En la constitución del cuerpo de las esponjas entran como elementos histiológi-

(1) G. D. Nardo: *System der Schwämme*, Isis, 1833 y 1834; Grant: *Observations and Experiments on the struct. and funct. of Sponges*, Edimb. phil. Journal, 1825-1827; Bowerbank: *On the Anatomy and Physiology of the Spongiadae*, Philos. Transact., 1858 y 1862; Lieberkuhn: *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen*, Muller's Archiv., 1856; después: *Anatomie der Spongien*, publicadas en el mismo en 1857, 1859, 1863, 1865 y 1867; O. Schmidt: *Die Spongien des adriatischen Meeres*, Leipzig, 1862; con suplementos, Leipzig, 1864, 1866, 1868; el mismo: *Die Spongiensfauna des mexikanischen Meerbusens und des caribischen Meeres*, Jena, 1880; E. Haeckel: *Die Kalkschwämme*, 3 tomos, Berlín, 1872; F. E. Schultze: *Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien*, Zeitschr. für wiss. Zool., 1876-1881; el mismo: *Report on the Hexactinellida*, Challenger Exp. Rep., vol. XXI, 1887; Polejaeff: *Report on the Calcarea*, Challenger Exp. Rep., vol. VIII, 1883; C. Heider: *Zur Metamorphose der Oscarella lobularis* O. Schm. Arbeiten aus dem zool. Institut, tomo VI, Viena, 1885. Véanse además los trabajos de Zittel, Barrois, Marschall y Lendenfeld.

cos células amiboideas, membranas sarcodarias retiformes, células flageladas, células fusiformes, huevos y filamentos espermáticos y secreciones celulares conformadas. Las primeras forman la masa principal del parénquima contráctil y son células móviles con abundantes gránulos, que á la manera de los amibos, sin poseer una membrana exterior resistente, pueden emitir prolongaciones y retraerlas y atraer á sí los cuerpos extraños (fig. 196). No se ha podido comprobar hasta ahora con certeza la existencia de sistema nervioso ni de órganos sensitivos de ninguna especie.

La armazón sólida ó esqueleto, que sólo deja de encontrarse en las esponjas gelatinosas blandas ó *mixosponjas*, se compone de fibras córneas ó de espículas silíceas ó calcáreas. Las fibras córneas forman, sin excepción, redes y plexos de muy diverso espesor, y presentan casi siempre una estructura foliácea que revela una estratificación (fig. 197). Están formadas por secreciones de productos sarcódicos endurecidos. Las espículas calcáreas (fig. 198) son simples ó con tres ó cuatro radios y tienen su origen en el interior de las células, lo mismo

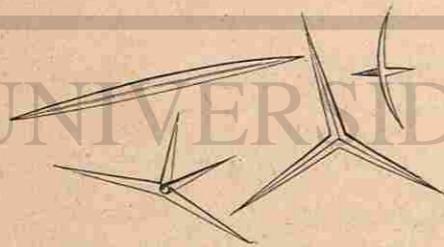


Fig. 198. - Espículas calcáreas de *Sycon*.

que las formaciones silíceas; pero éstas presentan una diversidad, en formas, extraordinaria, constituyendo unas veces armazones complicadas de fibras silíceas y otros cuerpos silíceos libres con un conducto central, simple ó ramificado (fig. 200), en forma de agujas, husos, ganchos, áncoras, remos y cruces, que tiene su origen en las células, tal vez por sedimentación en torno de una sustancia orgánica endurecida (filamento central).

Para comprender la conformación morfológica de las esponjas,



Fig. 196. - Célula amiboidea de *Spongilla*.

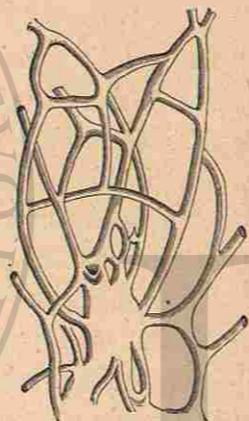
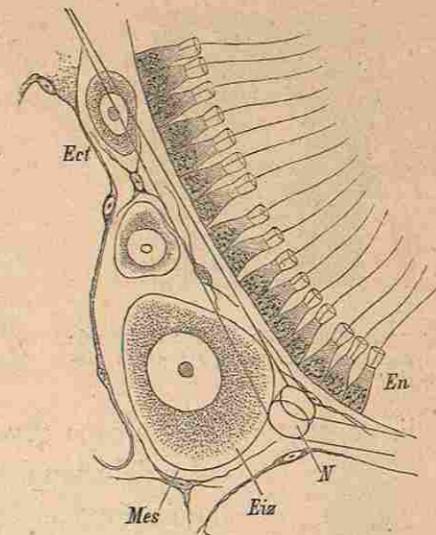


Fig. 197. - Fragmento de red de fibras córneas de la *Euspongia* (*Hippospongia*) *equina*.

es preciso tomar como punto de partida el cuerpo de la esponja joven, desde su estado de larva fija. Después de formada la cavidad gástrica, ciliada, con su orificio excretor ú ósculo, la esponja representa un tubo hueco cuya pared está atravesada por poros para la entrada de los pequeños cuerpos alimenticios que se hallan en suspensión en el agua (fig. 191). Se distingue en él un endodermo compuesto de células flageladas largas, y una capa celular que por las células fusiformes recuerda el tejido conjuntivo, y se halla exteriormente revestido de un epitelio plano. Las células cilíndricas del endodermo tienen en su extremo libre, alrededor del flagelo, una membrana marginal delgada,

Fig. 199. - Corte á través de una esponja calcárea (*Sycon raphanus*), según F. E. Schulze. *Ect*, ectodermo; *En*, endodermo de una cámara flagelada; *Mes*, mesodermo; *N*, espícula calcárea en el mismo; *Eiz*, ovicélula.



alrededor del flagelo, una membrana marginal delgada,

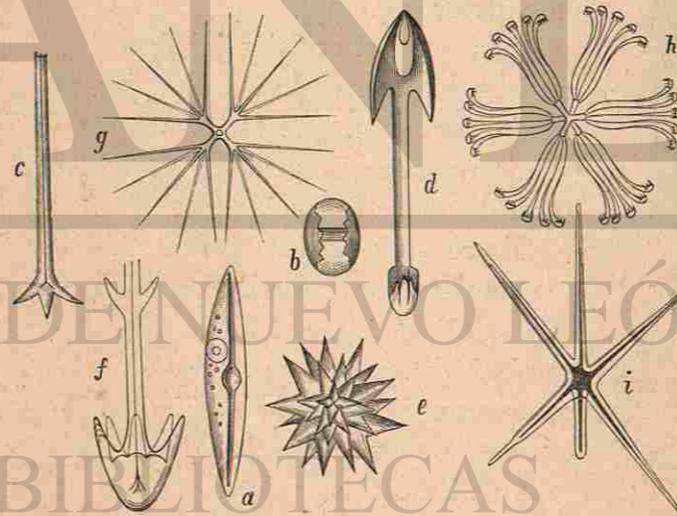


Fig. 200. - Cuerpos silíceos de diferentes esponjas silíceas. *a*, espícula silícea del *Spongilla* dentro de la célula; *b*, anfidisco de una germinilla de *Spongilla*; *c*, áncora del *Ancorina*; *d*, gancho silíceo de una *Esperia*; *e*, estrella de *Chondrilla*; *f*, áncora de *Euplectella aspergillum*; *g* y *h*, estrellas radiadas del nervio; *i*, aguja de seis radios con conducto central.

hialina, prolongación del plasma hialino, que constituye un cilindro

hueco y se parece al collar protoplasmático de ciertos flagelados

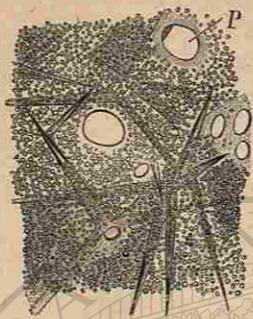


Fig. 201. - Fragmento de capa cutánea de *Spongilla* con sus poros (P), según Lieberkuhn.

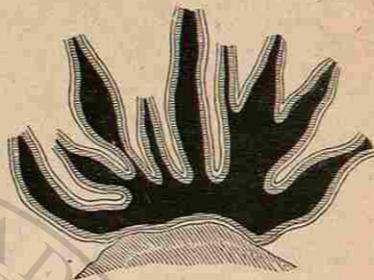


Fig. 202. - Corte de una colonia de *Asconide*, representado esquemáticamente, según E. Haeckel.

(cyclicomastigos) (1). La capa gruesa en que se producen las espículas del esqueleto está constituida por una substancia fundamental hialina en la que se alojan células amiboideas, irregularmente ramificadas ó fusiformes, y que, al igual que la substancia gelatinosa de los acafeos, puede ser apreciada como mesodermo, al paso que se puede considerar como ectodermo el epitelio plano, fácilmente perceptible al exterior (fig. 199).



Fig. 203. - Corte longitudinal de un *Sycon raphanus*, á pequeño aumento. O, osculum con collar de espículas; Rt, tubos radiales que se abren en la cavidad central.

Los poros ú orificios inhalantes, tan característicos del cuerpo de las esponjas, no son en el fondo otra cosa que lagunas intercaladas, que pueden cerrarse, desaparecer y ser sustituidas por otras de nueva formación (fig. 201).

Entre las esponjas calcáreas, la esponja simple, provista de poros cutáneos, con ósculo terminal (forma *Olynthus*), está representada por la *Leucosolenia* (*Grantia*), que vive en colonias y está compuesta de numerosos cilindros huecos, cuya estructura ha sido descrita por Lieberkuhn (figura 202). La cavidad del cuerpo es más complicada en los *sicónidos*, cuya cavidad central periférica desarrolla cavi-

(1) Por esta razón ha considerado Clark á las esponjas como inmediatamente afines á los flagelados (coanoflagelados), creyéndolas grandes colonias de flagelados.

des accesorias ó tubos radiales revestidos de células flageladas, en los cuales desembocan los orificios inhalantes (fig. 203). En otras esponjas calcáreas (*Leucónidos*) los conductos radiales están dispuestos en forma de conductos parietales irregularmente ramifica-

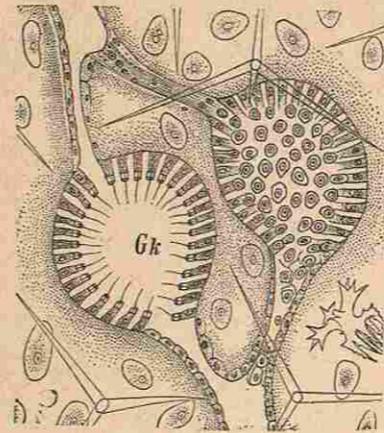


Fig. 204. - Corte del *Corticium candelabrum*, según F. E. Schulze, á grande aumento. Gk, cámara flagelada.



Fig. 206. - Colonia de *Asconide* ramificada, según E. Haeckel.



Fig. 205. - *Axinella polyoides*, según O. Schmidt.

dos hacia la periferia y con cámaras flageladas (fig. 204). Esta estructura del sistema de conductos interiores se reproduce en las otras esponjas silíceas.

Las formas de las esponjas se complican por la formación de colonias; la esponja primitivamente simple, procedente de una sola larva vibrátil, da origen por gemmación, ó por segmentación in-

completa, á una esponja polizoica; ó varios individuos procedentes de una larva y separados en un principio, se funden en un conjunto común (fig. 205). Ambos procesos de crecimiento se efectúan de igual manera y con iguales modificaciones en las colonias de pólipos. A la manera que las redes en forma de abanico de los abanicos de coral (*Rhipidogorgia flabellum*) se forman por la soldadura de múltiples ramas con anastomosis de sus cavidades gastro-vasculares, así se forman también esponjas ramificadas, reticuladas ó apelonadas, y grandes colonias de esponjas (fig. 206). En este caso el sistema de conductos en que se repiten las modificaciones correspondientes á cada esponja aislada, adquiere mayor complicación, resultante ora de las anastomosis, ya también de la formación entre las ramas soldadas de la colonia de lagunas irregulares y de conductos arrollados, que forman conductos interparietales y limitan espacios que penetran en los conductos vibrátiles.

La reproducción se efectúa de preferencia por vía asexual, mediante división y gemmación, así como por la producción de cuerpos germinales, *Gemmulae*, ó también por formación de huevos y cápsulas seminales. Las *gemmulas* ó germencillos son en las esponjillas de agua dulce, acumulación de células espongiarias que se rodean de una cáscara sólida de cuerpos silíceos (*anfidiscos*), comparables á los protozoos enquistados, y permanecen largo tiempo en estado de reposo é inactividad. Pasada la estación fría se escapa por la abertura de la cápsula el contenido de ella, la rodea, y por sucesivo crecimiento se diferencia hasta reproducir todas las partes esenciales de un nuevo cuerpo de esponja pequeña. En las esponjas marinas es también frecuente la reproducción por gemmulas. Estas se forman en ciertas condiciones en forma de esférulas envueltas por una membrana y cuyo contenido está esencialmente constituido por células, esponjas y espículas, y al cabo de más ó menos tiempo de reposo se escapan previo el desgarre de la membrana.

La reproducción sexual fué descubierta por Lieberkuhn en la *Spongilla*, y posteriormente ha sido comprobada en casi todos los grupos de esponjas. Casi siempre se forman el huevo y el semen en la misma esponja, pero llegan á madurez en épocas distintas.

Los espermatozoides tienen la forma de alfileres y están situa-

dos en espacios pequeños revestidos de células. Así los huevos como los zoospermos se forman en el mesodermo, precedidos los primeros de células que aumentan de volumen y se redondean. Los huevos son células desnudas, dotadas de movimientos amiboideos, y llegan al sistema de conductos; al paso que en los *sycónidos*, que son vivíparos, permanecen en el mesodermo y en él recorren su evolución. Más tarde llegan los embriones ciliados, ó larvas, al sistema de conductos, salen de él y se fijan para transformarse en una esponja.

El desarrollo embrionario de las esponjas calcáreas, y espe-

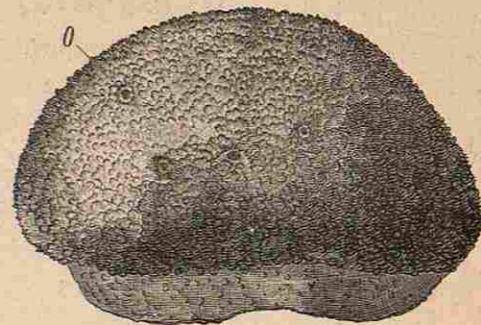


Fig. 207. - *Euspongia officinalis adriatica*, con gran número de ósculos (O), según F. E. Schulze.

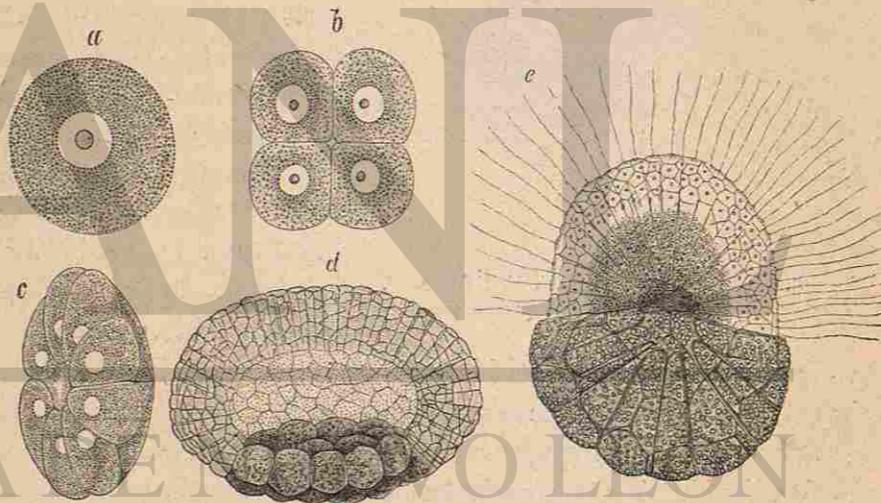


Fig. 208. - Desarrollo del *Sycon raphanus*, según F. E. Schulze. a, huevo fecundo; b, período de segmentación en cuatro células; c, período de segmentación en diez y seis células; d, blastosfera; e, larva que nada libremente, formada de una mitad (endodérmica) con largas células flageladas, y otra mitad (ectodérmica) de grandes células granuladas.

cialmente el de los *sycónes*, ha sido estudiado minuciosamente por F. E. Schulze y Barrois, y el del *Halisarca (Oscarella) lobularis* por C. Heider.

Después de terminada la segmentación, que es casi igual (figura 208 a-c), aparece en el *Sycon (Sycandra) raphanus* una blástu-

la, cuya mitad mayor está formada por células cilíndricas claras, al paso que el segmento menor lo está por células grandes y de granulación oscura (fig. 208 *d*). Las células de la segmentación mayor adquieren flagelos capilares, y el embrión que sale de la cavidad del cuerpo de la esponja se convierte en larva libre, que se transforma en términos de que las células oscuras cubren la porción invaginada de la blastosfera, formada por células flageladas. Las células oscuras producen el ectodermo y mesodermo, y las

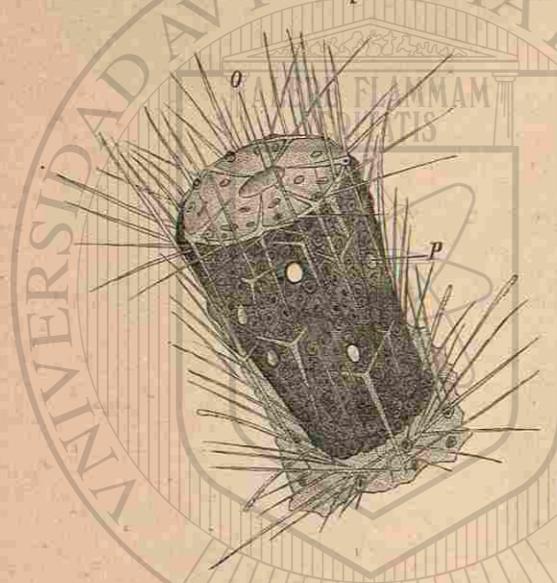


Fig. 209. — *Sycon* joven, según F. E. Schulze. *O*, osculum ú orificio de salida; *P*, poros de la pared.

flageladas se convierten en endodermo de la cavidad gástrica. La fijación se efectúa por el orificio de la invaginación (boca de la gástrula). Más tarde el cuerpo de la esponja se hace cilíndrico, el osculo se abre en el polo aboral, y aparecen espículas calcáreas en la pared acribillada de poros (fig. 209).

En otros casos, como en el *Halisarca lobularis*, la blástula que nada libre se convierte por invaginación en una gástrula que se adhiere por los bordes del blastosporo, de considerable amplitud (fig. 210 *a*). En tanto que éste se estrecha hasta cerrarse más tarde por completo, se segrega entre el ectodermo y el endodermo una gelatina líquida, á la cual emigran células (seguramente del endodermo) y con ellas se forma el mesodermo. Por expansiones radiadas de la cavidad gástrica se forman las cámaras flageladas, y en la superficie de ellas se abren los poros (fig. 210 *b*). Finalmente se abre en el poro aboral el osculum en un apéndice tubuliforme (figura 210 *c*) y queda formado el nuevo *sycon*.

En el modo de evolución de las esponjas se ofrecen, por lo demás, grandes diferencias, que no son aún bastante conocidas. No pocas veces está la larva copiosamente llena de material celu-

lar inmediatamente por debajo del epitelio revestido de flagelos.

A excepción del género *Spongilla* todas las esponjas pertenecen al mar, donde se las encuentra copiosamente esparcidas. En los puntos poco profundos viven las esponjas córneas, así como las mixoesponjas y las córneo-silíceas, y á grandes profundidades los hexactinélidos. Las formaciones antiguas, especialmente en la creta, contienen restos petrificados de esponjas, que en su mayoría difieren considerablemente de las existentes en la actualidad. En cambio los hexactinélidos de los mares profundos coinciden tan

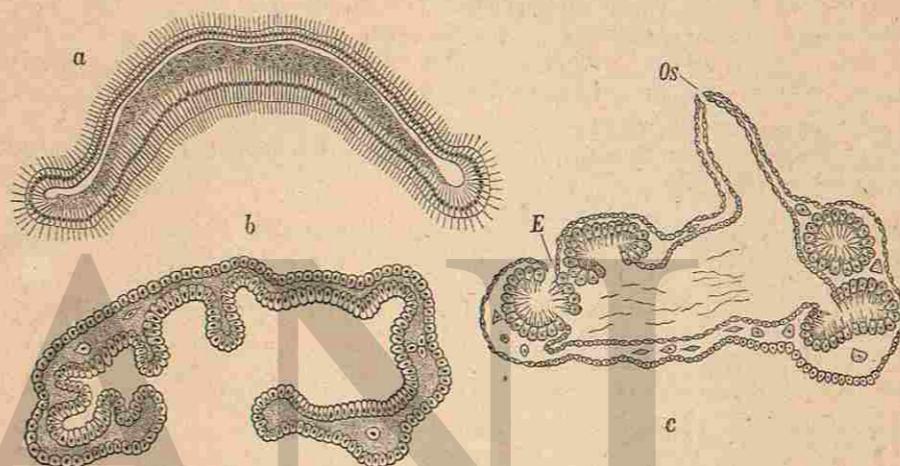


Fig. 210. — Cortes de tres períodos de evolución del *Halisarca* (*Oscarella*) *lobularis*, según C. Heider. *a*, gástrula después de su fijación; *b*, formación del mesodermo; *c*, formación del osculum (*Os*) y de las cámaras flageladas; *E*, poro de una de ellas.

exactamente con las formas extinguidas que parecen continuación directa de éstas. Muchos de los grupos principales se remontan hasta la época paleolítica, hallándose representados los litistidos y hexactinélidos en los sedimentos silurianos de más antigua fecha. De aquí que la paleontología no nos proporcione dato alguno para formar idea del desarrollo filogenético de las esponjas.

I. CLASE. ESPONJAS. SPONGIA

CON LOS CARACTERES DE ESPONGIARIOS.

1. Orden. *Esponjas calcáreas, Calcispongiae*. Esponjas y colonias casi siempre incoloras, rara vez rojas, cuyo esqueleto está formado

la, cuya mitad mayor está formada por células cilíndricas claras, al paso que el segmento menor lo está por células grandes y de granulación oscura (fig. 208 *d*). Las células de la segmentación mayor adquieren flagelos capilares, y el embrión que sale de la cavidad del cuerpo de la esponja se convierte en larva libre, que se transforma en términos de que las células oscuras cubren la porción invaginada de la blastosfera, formada por células flageladas. Las células oscuras producen el ectodermo y mesodermo, y las

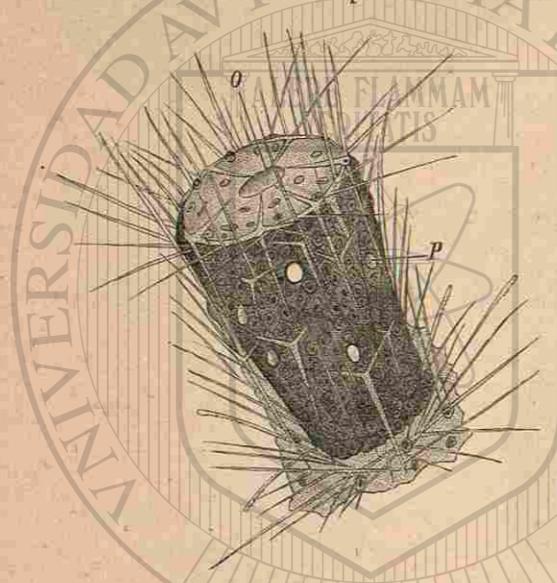


Fig. 209. — *Sycon* joven, según F. E. Schulze. *O*, osculum ú orificio de salida; *P*, poros de la pared.

flageladas se convierten en endodermo de la cavidad gástrica. La fijación se efectúa por el orificio de la invaginación (boca de la gástrula). Más tarde el cuerpo de la esponja se hace cilíndrico, el osculo se abre en el polo aboral, y aparecen espículas calcáreas en la pared acribillada de poros (fig. 209).

En otros casos, como en el *Halisarca lobularis*, la blástula que nada libre se convierte por invaginación en una gástrula que se adhiere por los bordes del blastosporo, de considerable amplitud (fig. 210 *a*). En tanto que éste se estrecha hasta cerrarse más tarde por completo, se segrega entre el ectodermo y el endodermo una gelatina líquida, á la cual emigran células (seguramente del endodermo) y con ellas se forma el mesodermo. Por expansiones radiadas de la cavidad gástrica se forman las cámaras flageladas, y en la superficie de ellas se abren los poros (fig. 210 *b*). Finalmente se abre en el poro aboral el osculum en un apéndice tubuliforme (figura 210 *c*) y queda formado el nuevo *sycon*.

En el modo de evolución de las esponjas se ofrecen, por lo demás, grandes diferencias, que no son aún bastante conocidas. No pocas veces está la larva copiosamente llena de material celu-

lar inmediatamente por debajo del epitelio revestido de flagelos.

A excepción del género *Spongilla* todas las esponjas pertenecen al mar, donde se las encuentra copiosamente esparcidas. En los puntos poco profundos viven las esponjas córneas, así como las mixoesponjas y las córneo-silíceas, y á grandes profundidades los hexactinélidos. Las formaciones antiguas, especialmente en la creta, contienen restos petrificados de esponjas, que en su mayoría difieren considerablemente de las existentes en la actualidad. En cambio los hexactinélidos de los mares profundos coinciden tan

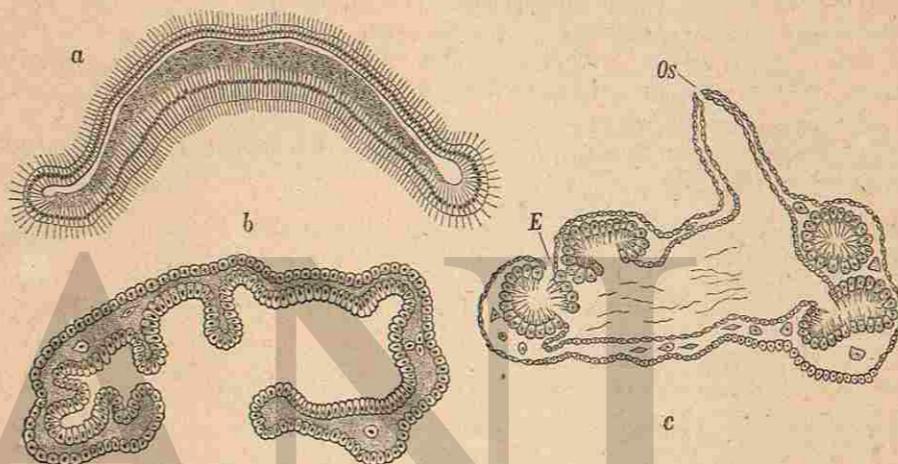


Fig. 210. — Cortes de tres períodos de evolución del *Halisarca* (*Oscarella*) *lobularis*, según C. Heider. *a*, gástrula después de su fijación; *b*, formación del mesodermo; *c*, formación del osculum (*Os*) y de las cámaras flageladas; *E*, poro de una de ellas.

exactamente con las formas extinguidas que parecen continuación directa de éstas. Muchos de los grupos principales se remontan hasta la época paleolítica, hallándose representados los litistidos y hexactinélidos en los sedimentos silurianos de más antigua fecha. De aquí que la paleontología no nos proporcione dato alguno para formar idea del desarrollo filogenético de las esponjas.

I. CLASE. ESPONJAS. SPONGIA

CON LOS CARACTERES DE ESPONGIARIOS.

1. Orden. *Esponjas calcáreas*, *Calcispongiae*. Esponjas y colonias casi siempre incoloras, rara vez rojas, cuyo esqueleto está formado

por espículas calcáreas. Son éstas unas veces simples, y otras son cruces de tres ó cuatro brazos. Muy á menudo aparecen agujas de dos ó tres formas en una misma esponja.

Fam. *Asconida* (leucosolénidos, asconos). Esponjas calcáreas con conductos porosos simples en las paredes. *Grantia* Lk. (*Leucosolenia* Bbk.). Por la forma de las agujas calcáreas ó espículas las ha dividido Haeckel en siete géneros: *Ascyssa*, *Ascetta*, *Ascilla*, *Ascortis*, *Asculmis*, *Ascallis* y *Ascandra*. *Gr. botryoides* Lk. (*Ascandra complicata* E. Haeck.), Helgoland, afine con *Gr. Lieberkuhnii* O. del Mediterráneo y del Adriático.

Fam. *Leuconida* (leuconos). Esponjas calcáreas con pared espesa, atravesada por conductos ramificados. *Leuconia* Grt. Según la división de las espículas han sido separadas por E. Haeckel en siete géneros: *Leucyssa*, *Leucetta*, *Leucilla*, *Leucortis*, *Leuculmis*, *Leucallis* y *Leucandra* L. (*Leucetta*) *primigenia* E. Haeckel.

Fam. *Syconida* (siconos). Esponjas calcáreas, casi siempre solitarias, con pared espesa, atravesada por tubos radiarios rectos, que sobresalen de la superficie en forma de elevaciones cónicas. E. Haeckel las ha dividido en siete géneros: *Sycyssa*, *Sycetta*, *Sycilla*, *Sycortis*, *Syculmis*, *Sycallis* y *Sycandra*. *S. (Sycandra) raphanus* O.S. del Adriático (fig. 203).

2. Orden. *Fibrosponjas*. Esponjas fibrosas sin esqueleto ó con piezas esqueléticas córneas ó silíceas.

1. Suborden *Mixosponjas*. Esponjas gelatinosas. Esponjas blandas, carnosas, sin esqueleto alguno, con mesodermo hialino, gelatinoso y frecuentemente entrecruzado de cordones fibrosos. Los elementos del ectodermo son células flageladas.

Fam. *Halisarcida*. *Halisarca* Duj. *H. lobularis* O.S., de color violeta oscuro. Cubre las rocas á manera de costra, Sebenico. *H. Dujardini* Johnst. Forma capas blancas sobre las laminarias del mar del Norte.

2. Suborden. *Cerosponjas*. Esponjas córneas casi siempre ramificadas ó macizas, á veces formando vástagos crustáceos con un armazón de fibras córneas, en el cual se encuentran alojados corpúsculos de arena y sílice.

Fam. *Spongiada*. *Euspongia* O.S. Con armazón fibroso resistente, elástico, uniforme, empleada para los usos de tocador y de baño. *E. adriatica* O.S., (fig. 207), (*Hippospongia*) *equina* O.S., esponja para caballos, *zimocca* O.S., en el archipiélago griego, *molissima* O.S., esponja levantina en forma de copa. *Spongelia elegans* Nardo. *Aplysina arophoba* Nardo.

3. Suborden. *Halicondrias*. Esponjas córneo-silíceas. Esponjas de muy diversa forma, con agujas silíceas, en su mayoría uniaxiales; espículas silíceas simples, unidas por envolturas plasmáticas finas ó resistentes; dispuestas en forma de red, ó encerradas en fibras esponjosas.

Fam. *Chondrosida* (*Gumminea*). Esponjas coriáceas. *Chondrosia reniformis* Nardo. Sin cuerpo silíceo, con fibras en el tejido del mesodermo.

Fam. *Renierida*. Esponjas de escasa consistencia con agujas cortas. *Reniera porosa* O.S.

Fam. *Spongillida*. Esponjas macizas ó ramificadas, con agujas simples movidas por envolturas de sarcoda. *Spongilla fluviatilis* Lk., *Sp. lacustris* Lk. Esponjas de agua dulce.

Fam. *Suberitida*. Esponjas de forma maciza con agujas silíceas capituladas, ordinariamente dispuestas en forma reticular. *Suberites* Nardo. *S. domuncula* Nardo, Adriático, Mediterráneo. *Vioa typica* Nardo, esponjas perforantes en las conchas de las ostras.

Fam. *Chalinopsida*. Esponjas resistentes arborescentes, con esqueleto silíceo y con ó sin tejido fibroso. *Axinella polypoides* O.S. Adriático (fig. 205), *Clathria coralloides* O.S., Adriático. Son afines la *Esperia* Nardo y *Myxilla* O.S.

4. Suborden. *Lithospongiae*. Esponjas pétreas. Esponjas silíceas, de consistencia dura, con espículas silíceas de cuatro radios (*Tetractinellida*).

Fam. *Geodiida*. Esponjas corticadas con agujas en forma de áncora y productos silíceos en la corteza. *Geodia gigas* O.S., Quarnero.

5. Suborden. *Hyalospongiae*. Esponjas vítreas. Esponjas con un entramado, resistente y á menudo hialino, de agujas silíceas, que afectan el tipo de seis radios en su expresión más determinada (*hexactinélidos*), y pueden estar unidas por un cemento de sustancia silícea estratificada.

Fam. *Hexactinellida*. Esponjas vítreas, con armazón silíceo continua y redes fibrosas de sustancia silíceo que unen cuerpos silíceos estratificados de seis radios y frecuentemente con agujas aisladas y pelotones de pelos silíceos. La mayoría viven en profundidades considerables y son afines á los *ventriculitidos* fósiles. *Dactylocalyx* Bbk. *Euplectella* Owen. *E. aspergillum* Ow., Filipinas. En la cavidad del cuerpo de la esponja vítrea viven la *Aega spongiphila* y un pequeño *Palæmon*. *Hyalonema Sieboldii* Gray, Japón. *H. boreale* Lovén, mar del Norte.

Ciertas especies de esponjas dan lugar á una interesante pesca y un comercio de importancia, á los cuales conviene dedicar algunos párrafos.

La primera, esto es, la pesca, se efectúa hoy principalmente en las aguas de las islas del archipiélago griego y en las del litoral sirio, y en menor escala en las de Dalmacia é Istria. No se pesca en todas las épocas del año, sino de junio á octubre, á fin de dar lugar á que las esponjas se reproduzcan en los restantes meses, pues de lo contrario, pronto se extinguirían estos curiosos y útiles zoófitos. Las buenas no se cogen sino á doce ó veinte brazas de

profundidad; las cogidas en las aguas bajas son de inferior calidad. Practicase la pesca de dos modos: las especies comunes se arrancan del fondo con tridentes; en cuanto á las finas, como este instrumento las deterioraría, unos buzos prácticos descienden al fondo del mar y las desprenden cuidadosamente con el cuchillo de que van provistos. Esto explica la considerable diferencia de precio entre una y otra clase.

Los buzos griegos son los más diestros y prácticos de todos: se sumergen hasta veinticinco brazas de profundidad, y resisten bastante tiempo debajo del agua. Antes se hallaban pocos hombres aptos para tan ruda tarea; necesitaban estar dotados de extraordinario aguante, y aun así los accidentes desgraciados se repetían con lastimosa frecuencia; los más á propósito apenas podían permanecer debajo del agua dos minutos y arrancaban precipitadamente las esponjas que encontraban á mano, fuesen buenas ó malas. Muchas veces se asfixiaban en el fondo sin poder siquiera tirar de la cuerda de aviso que les ponía en comunicación con la barca. Pero hoy estos pescadores hacen uso de la escafandra. Nadie ignora la forma y el modo de manejar este aparato; por lo tanto, es inútil que nos ocupemos en describirlo: basta saber que los pescadores pueden ahora trabajar seis horas diarias, y permanecer debajo del agua todo el tiempo que necesiten para elegir las esponjas y no coger más que las mejores. Las desgracias son muy raras, y el procedimiento tiene tan sólo el inconveniente para los buzos de quedar algo sordos á causa de la presión del agua que soportan durante las horas de trabajo.

Es curioso y no carece de atractivo el espectáculo que presentan aquellos hombres: metidos en su traje tosco y obscuro, cubierta por completo la cabeza con un casco enorme y sumamente pesado que tiene en su parte anterior dos grandes ojos de cristal, bajan hasta el fondo del mar provistos de una cuchilla casi semicircular para arrancar la esponja de la roca á que se halla adherida.

Cuando las esponjas acaban de salir del mar tienen un aspecto poco agradable, y no sería fácil adivinar á través de su capa exterior sucia, negruzca y viscosa, el tejido rubio y tan suave al tacto que tienen después las que figuran en los escaparates de los perfumistas y en el tocador de la más delicada dama.

Para conseguir que lleguen á este último estado, los pescadores griegos hacen con ellas una serie de operaciones algún tanto pesadas y minuciosas. Después de sacudidas y de lavadas repetidas veces con agua abundante para quitarles la arena y las materias orgánicas que hacen que sus agujas estén duras, se las sumerge en ácido clorhídrico algo rebajado de intensidad, con objeto de que desaparezcan los corpúsculos calizos. Las finas espículas que constituyen, por decirlo así, la osamenta de este pólipo, no pueden ser extraídas más que con la mano, frotando suavemente la esponja hasta conseguirlo. Hechas todas estas operaciones, resta blanquear la esponja, y esto se logra por medio del cloro. Los pescadores griegos no hacen más que la primera operación, á fin de que desaparezca la capa gelatinosa, cuya descomposición perjudicaría mucho á la calidad de la esponja, y en este estado las venden á los comisionados, que las exportan en seguida á Francia é Inglaterra.

Algunos naturalistas, partiendo del principio de que, dividiendo una esponja viva en pedazos convenientes y sumergiéndolos en sitios abrigados y de fácil acceso en el mar, se arraigan y se desarrollan en nuevas esponjas completas, han hecho experimentos con objeto de producir la cría artificial de estos pólipos, viendo sus tentativas coronadas de feliz éxito. La condición principal para la prosperidad de la cría consiste en que los pedazos partidos no reciban la luz directa, aun cuando se los sumerja á 20 ó 30 pies tan sólo de profundidad. Intentóse establecer un criadero en la costa oriental del Adriático; pero la naturaleza y sobre todo los hombres lo combatieron; el primer enemigo fué el teredo, animal que empezó á destruir toda la madera de las plantaciones, y después los mismos habitantes de la costa y los pescadores de esponjas, que, como sucede siempre con toda innovación, se opusieron á ésta, llevados de un absurdo espíritu de rutina.

El número de descendientes de una esponja de regular tamaño es extraordinario; y si á pesar de esto los pescadores se quejan del mal resultado de su penoso oficio, y las esponjas se encarecen más y más, quedará demostrada la necesidad de imponer un período de veda. A principios de la primavera empiezan aquéllos sus expediciones de rapiña y destruyen un año tras otro un sinnúmero de millones de futuras crías.

Para dar una idea de la importancia comercial de esta pesca, diremos que sólo en Grecia produce más de dos millones de pesetas anuales: cada año se recogen más de doscientos cuarenta mil kilogramos de diferentes clases, vendiéndose las de primera á razón de treinta á cuarenta pesetas el kilogramo, y las de segunda á catorce. Únicamente en la isla de Egina la esponja produce al año setecientas mil pesetas, pudiéndose calcular en mil quinientas ó dos mil las que gana cada pescador.

II. SUBTIPO. CNIDARIOS = CELEENTERATA (1)

Ó MÁS PROPIAMENTE CNIDARIA.

Boca terminal que se forma en el polo oral de la larva; cápsulas urticarias en los tejidos epiteliales; forma de pólipos ó medusas.

Los cnidarios ó urticarios representan los celenterados propiamente dichos, cuya estructura es rigurosamente radiada. La célula amiboidea queda en segundo término como unidad histológica independiente encargada del movimiento y de la nutrición, por más que la célula endodérmica pueda absorber cuerpos sólidos á la manera del amibo. No existe sistema de poros en la piel para la introducción de cuerpos nutritivos, y la ingestión de los alimentos está á cargo de un blastosporo, análogo por su situación á la abertura bucal. Como productos de las células epitelicas aparecen muy generalmente en el ectodermo, de preferencia, pero también en el endodermo, cápsulas urticarias. Cada célula urticada (*cnidoblasto*), cuyo contenido al llegar á madurar produce una cápsula urticaria, posee un apéndice plasmático fino y superficial (*cnidocilio*), que probablemente es muy sensible á la irritación mecánica producida por el contacto, y determina la rotura de la cápsula. Los cnido-

(1) M. Edwards y J. Haime: *Histoire naturelle des Corailliaires*, 3 tomos, París, 1857; L. Agassiz: *Contributions of the Natural History of the United States of America*, vols. III y IV, 1860-1862; G. J. Allman: *A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids*, 2 vols., Londres, 1872; R. Leuckart: *Zoologische Untersuchungen*, tomo I, Giessen, 1853; para más datos sobre los sifonóforos de Niza: *Archiv. fur Naturgesch.*, 1854; C. Claus: *Ueber Halistenma tergestinum*, *Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität*, Viena; E. Haeckel: *System der Medusen*, Jena, 1880-1881.

blastos suelen acumularse en ciertos puntos formando abultamientos llamados botones urticarios (fig. 211).

La diferenciación de los tejidos y órganos es mucho más avanzada en los nidarios que en los espongiarios, en cuyos tejidos no se encuentran cnidoblastos. En el ectodermo se presentan células sensitivas, agrupadas muchas veces como formando órganos de sensibilidad específica, y además células y fibras nerviosas. Estas últimas forman á menudo capas profundas de fibras por debajo de la capa superficial del ectodermo, en la que tienen su origen como prolongaciones de las células sensitivas (fig. 212). En muchas medusas, *Craspedotes* y *Caribdeas*, se encuentra un anillo nervioso, simple ó doble, á la mediación del borde del disco, al paso que en los pólipos (actinias) las fibras nerviosas están más irregularmente distribuidas.

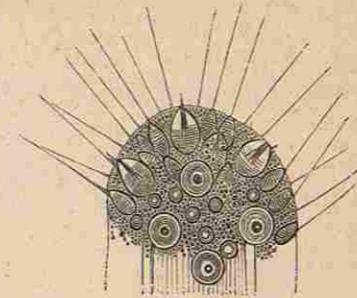


Fig. 211. - Botón urticario en el extremo de un tentáculo de un *Scyphostoma*.

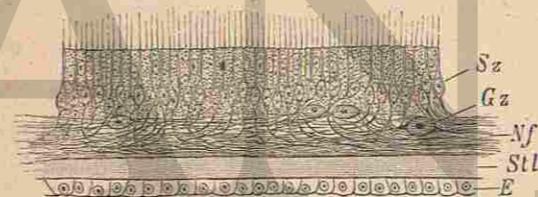


Fig. 212. - Corte longitudinal de los nervios anulares de la *Charybdea*. Sz, células sensitivas del ectodermo; Gz, células gangliónicas; Nf, fibras nerviosas; Stl, lámina de sustentación; E, células endodérmicas.

Las formas características de los nidarios son el *pólipo* y la *medusa*, que aparecen ambas en otras dos distintas modificaciones relativas entre sí. La forma más simple del *pólipo* es el *pólipo hidroide*, tal como se presenta en los pólipos de agua dulce (*Hydra*); un tubo fijo al polo aboral con tentáculos, alrededor de la boca; con cavidad gástrica cilíndrica que se continúa en los tentáculos, revestida por el ectodermo y lámina de sustentación, anhistá, segregada entre el ectodermo y el endodermo (fig. 213 a).

La estructura se complica en los *corales* por la aparición de un tubo esofágico y de cuatro, seis ú ocho expansiones bursiformes de la cavidad gástrica, á manera de tabiques divisorios sostenidos por filamentos mesenteroideos (fig. 214).

Para dar una idea de la importancia comercial de esta pesca, diremos que sólo en Grecia produce más de dos millones de pesetas anuales: cada año se recogen más de doscientos cuarenta mil kilogramos de diferentes clases, vendiéndose las de primera á razón de treinta á cuarenta pesetas el kilogramo, y las de segunda á catorce. Únicamente en la isla de Egina la esponja produce al año setecientas mil pesetas, pudiéndose calcular en mil quinientas ó dos mil las que gana cada pescador.

II. SUBTIPO. CNIDARIOS = CELEENTERATA (1)

Ó MÁS PROPIAMENTE CNIDARIA.

Boca terminal que se forma en el polo oral de la larva; cápsulas urticarias en los tejidos epiteliales; forma de pólipos ó medusas.

Los cnidarios ó urticarios representan los celenterados propiamente dichos, cuya estructura es rigurosamente radiada. La célula amiboidea queda en segundo término como unidad histológica independiente encargada del movimiento y de la nutrición, por más que la célula endodérmica pueda absorber cuerpos sólidos á la manera del amibo. No existe sistema de poros en la piel para la introducción de cuerpos nutritivos, y la ingestión de los alimentos está á cargo de un blastosporo, análogo por su situación á la abertura bucal. Como productos de las células epitelicas aparecen muy generalmente en el ectodermo, de preferencia, pero también en el endodermo, cápsulas urticarias. Cada célula urticada (*cnidoblasto*), cuyo contenido al llegar á madurar produce una cápsula urticaria, posee un apéndice plasmático fino y superficial (*cnidocilio*), que probablemente es muy sensible á la irritación mecánica producida por el contacto, y determina la rotura de la cápsula. Los cnido-

(1) M. Edwards y J. Haime: *Histoire naturelle des Corailliaires*, 3 tomos, París, 1857; L. Agassiz: *Contributions of the Natural History of the United States of America*, vols. III y IV, 1860-1862; G. J. Allman: *A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids*, 2 vols., Londres, 1872; R. Leuckart: *Zoologische Untersuchungen*, tomo I, Giessen, 1853; para más datos sobre los sifonóforos de Niza: *Archiv. fur Naturgesch.*, 1854; C. Claus: *Ueber Halistenma tergestinum*, *Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität*, Viena; E. Haeckel: *System der Medusen*, Jena, 1880-1881.

blastos suelen acumularse en ciertos puntos formando abultamientos llamados botones urticarios (fig. 211).

La diferenciación de los tejidos y órganos es mucho más avanzada en los nidarios que en los espongiarios, en cuyos tejidos no se encuentran cnidoblastos. En el ectodermo se presentan células sensitivas, agrupadas muchas veces como formando órganos de sensibilidad específica, y además células y fibras nerviosas. Estas últimas forman á menudo capas profundas de fibras por debajo de la capa superficial del ectodermo, en la que tienen su origen como prolongaciones de las células sensitivas (fig. 212). En muchas medusas, *Craspedotes* y *Caribdeas*, se encuentra un anillo nervioso, simple ó doble, á la mediación del borde del disco, al paso que en los pólipos (actinias) las fibras nerviosas están más irregularmente distribuidas.

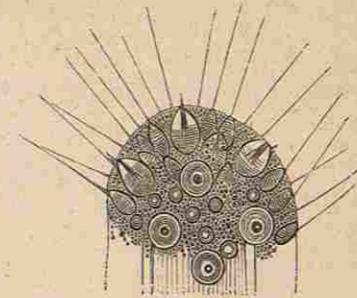


Fig. 211. - Botón urticario en el extremo de un tentáculo de un *Scyphostoma*.

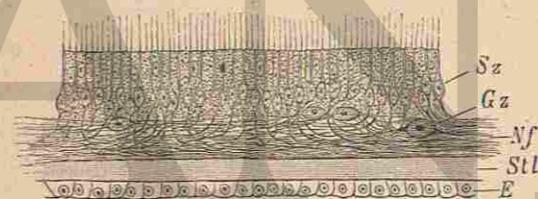


Fig. 212. - Corte longitudinal de los nervios anulares de la *Charybdea*. Sz, células sensitivas del ectodermo; Gz, células gangliónicas; Nf, fibras nerviosas; Stl, lámina de sustentación; E, células endodérmicas.

Las formas características de los nidarios son el *pólipo* y la *medusa*, que aparecen ambas en otras dos distintas modificaciones relativas entre sí. La forma más simple del *pólipo* es el *pólipo hidroide*, tal como se presenta en los pólipos de agua dulce (*Hydra*); un tubo fijo al polo aboral con tentáculos, alrededor de la boca; con cavidad gástrica cilíndrica que se continúa en los tentáculos, revestida por el ectodermo y lámina de sustentación, anhistá, segregada entre el ectodermo y el endodermo (fig. 213 a).

La estructura se complica en los *corales* por la aparición de un tubo esofágico y de cuatro, seis ú ocho expansiones bursiformes de la cavidad gástrica, á manera de tabiques divisorios sostenidos por filamentos mesenteroideos (fig. 214).

Las medusas discóideas se presentan en la forma de *hidromedusas* (*craspedote meduse*) ó en la de *escifomedusas* (acalefo). Las primeras se parecen á los *pólipos hidroides*, que se adaptan á la libre natación, y en su estado joven reproduce la evolución de las hidromedusas. Acortándose considerablemente el eje longitudinal y ensanchándose la dimensión transversal, la parte aboral, desprendida del punto de fijación, se redondea en forma de cúpula y se extiende en forma de paraguas (umbrella), al paso que el disco bucal

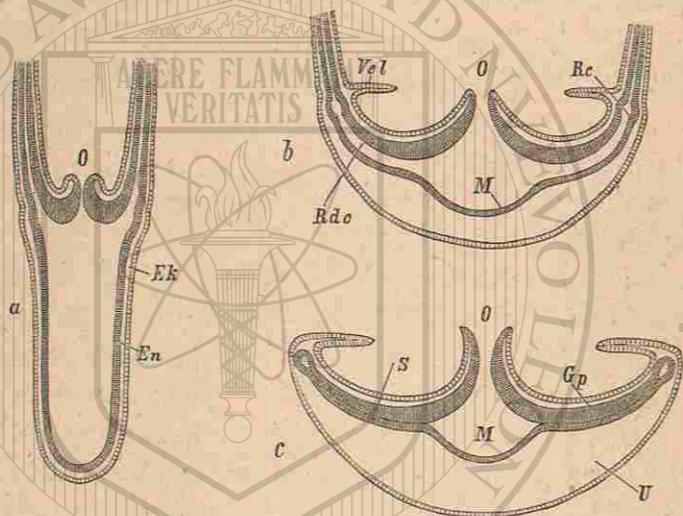


Fig. 213. - Corte longitudinal, esquemático, del pólipo hidroide y de sus derivadas las hidromedusas. a, pólipo hidroide; O, boca; T, tentáculo; M, cavidad gástrica; Ek, ectodermo; b, hidromedusa en corte transversal de dos conductos radiarios (Rdc); Rc, conducto anular; O, boca; Vel, velo; c, corte transversal de dos conductos intermedios; Gp, lámina vascular; S, subumbrela; U, umbrela.

se ensancha hasta formar una subumbrela cóncava contráctil y orlada de un velo musculoso; en el centro de la subumbrela se eleva el contorno de la boca en forma de punzón (fig. 213 b). A los tentáculos del pólipo corresponden los filamentos marginales ó tentáculos inmediatos al borde del disco; á la membrana de sustentación el disco gelatinoso grueso y elástico de la umbrela, y las láminas gelatinosas, casi siempre resistentes, de la subumbrela, y á la cavidad gástrica, simple en los pólipos, la más complicada que resulta del adosamiento parcial de la cubierta endodérmica oral y aboral (*lámina vascular*) (fig. 213 c, Gp), dividida en estómago central (M), vasos radiarios (Rg) y vaso anular (fig. 213 b).

La segunda forma de medusas, más complicadas en su estructura, las *escifomedusas* ó *acalefa*, es semejante á un pólipo tetrarradiado, el *coral* (antozoos), *escifopólipos*. Seméjase por lo tanto á un pólipo de coral de cuatro radios, con cuatro tentáculos, que más tarde aumentan hasta ocho, doce y dieciséis, de cuyo disco bucal salen cuatro abultamientos alargados que atraviesan la cavidad gástrica, dividida por ellos en cuatro semiconductos periféricos (figura 139). Según Goette (1), sería aún mayor la semejanza con el coral si

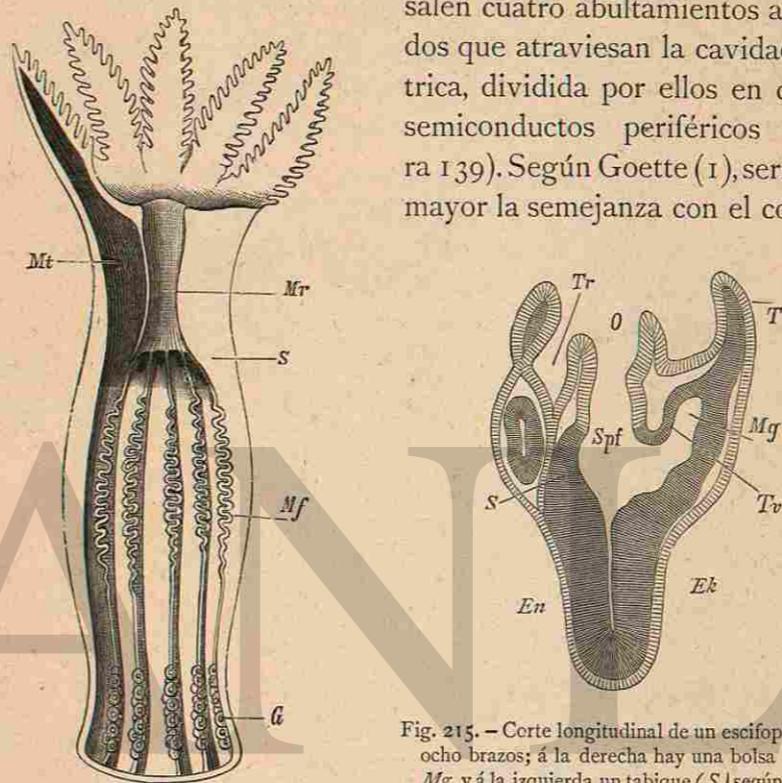


Fig. 214. - Mr, tubo gástrico; Mt, bolsas gástricas; S, tabique; Mf, repliegues mesenteróideos; G, órganos sexuales.

Fig. 215. - Corte longitudinal de un escifopólipo de ocho brazos; á la derecha hay una bolsa gástrica Mg, y á la izquierda un tabique (S) según Goette; Tr, embudo; T, tentáculo; Tv, vestíbulo de la bolsa; O, boca; Spf, orificio esofágico; Ek, ectodermo; En, endodermo.

se supone que la trompa sea un tubo esofágico ectodérmico, alrededor del cual hubiera formado la cavidad gástrica cuatro expansiones, bolsas gástricas, separadas por verdaderos tabiques (?). Los semicanales de la cavidad gástrica abiertos hacia la cavidad central se continúan más abajo con los abultamientos gástricos (fig. 215). La escifomedusa procede de esta forma polipoide, de igual manera

(1) A. Goette: *Ueber die Entwicklung von Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata*, 1887.

que la hidromedusa de un hidropólipo; tras la regresión de los abultamientos gástricos que separan las primitivas ranuras del estómago, y de cuyos restos se forman los filamentos gástricos, los revestimientos endodérmicos oral y aboral del cuerpo, ensanchado y aplanoado, se sueldan en fragmentos radiados (8,16), entre los cuales quedan vasos (vasos radiados) anchos al principio y reducidos después á simples conductitos. Al paso que en el borde se obliteran los tentáculos del pólipo, se elevan ocho pares de lóbulos margina-

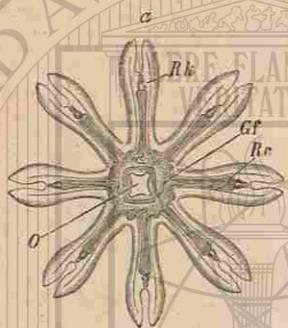
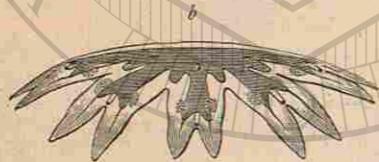


Fig. 216. - a, larva de acalefo (*Ephyra*); Rk, cuerpo marginal; Gf, filamento gástrico; Rc, conducto radiario; O, boca.



b, *Ephyra* en libertad (de 1'5 á 2 mm. de diámetro próximamente).

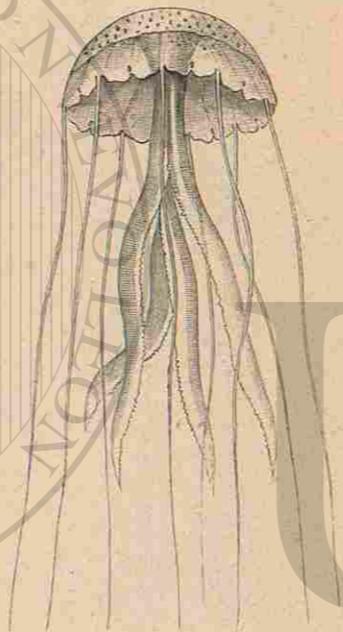


Fig. 217. - *Chrysaora* joven en período pelágico, con ocho filamentos marginales.

les, y en el intermedio de cada par un cuerpo marginal ó masa sensitiva. Del escifopólipo ó sea de su fragmento anterior, dilatado y extrangulado, se produce de la manera indicada la medusa acraspada, la *Ephyra* (fig. 216), que por ulteriores transformaciones se convierte en medusa umbrellífera (fig. 217).

I. CLASE. ANTOZOOS. ANTHOZOA = ACTINOZOA (1), CORALARIOS

Pólipos con tubo bucal ectodérmico; con bolsas gástricas y repliegues mesenteróideos; órganos sexuales endodérmicos; sin generación sexual medusoide, y casi siempre con esqueleto calcáreo mesodérmico, sólido.

Los pólipos antozoarios ó coralarios se distinguen de los de las hidromedusas por su magnitud más considerable y por la más complicada formación de la cavidad gastro-vascular. Esta no es un simple espacio hueco del cuerpo, sino que está dividida en un sistema de bolsas perpendiculares por numerosos tabiques divisorios verticales, *repliegues mesenteróideos*; los espacios resultantes de esta división desembocan en la cavidad gástrica central y están en comunicación en la periferia con un sistema de conductos capilares de la pared del cuerpo. En su trayecto superior terminan los espacios gástricos en los conductos que penetran en las cavidades de los tentáculos, y los bordes de los tabiques mesenteróideos que los limitan se unen á la pared externa del tubo gástrico, que desciende desde la abertura bucal. Puede quedar, sin embargo, en cada tabique, por debajo del disco bucal, una abertura que ponga en comunicación los espacios convecinos. El tubo bucal es por su significación un esófago, y en su extremo posterior, en el punto en que los compartimientos periféricos desembocan en la cavidad central, tiene

(1) Ehrenberg: *Beitrage zur physiologische Kenntniss der Korallenthiere im Allgemeinen und besonders des rothen Meeres desgl. uber die Natur und Bildung der Korallenbanke. Abhandl. der Berliner Akad.*, 1832; C. Darwin: *The Structure and Distribution of Coralreefs*, Londres, 1842; J. D. Dana: *United States Expl. Expedition Zoophytes*, Filadelfia, 1846; M. Edwards y J. Haime: *Histoire naturelle des coralliaires*, 3 t., París, 1857-1860; Lacaze Duthiers: *Histoire naturelle du Corail*, París, 1864; Gosse: *Actinologia britannica*, Londres, 1860; Kolliker: *Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien*, 1872; Moseley: *The Structure and Relations of the Alcyonarian Heliopora caerulea*, etc. *Phylos. Transactions of the Royal Soc.*, 1876; O. y R. Hertwig: *Die Actinien anatomisch-histologisch*, etc., untersucht, Jen., *Zeitschr.*, tomo XIV, 1880; R. Hertwig: *Die Actinien der Challenger-Expedition*, Jena, 1882; A. Andrés: *Le Attinie*, Leipzig, 1884.

que la hidromedusa de un hidropólipo; tras la regresión de los abultamientos gástricos que separan las primitivas ranuras del estómago, y de cuyos restos se forman los filamentos gástricos, los revestimientos endodérmicos oral y aboral del cuerpo, ensanchado y aplastado, se sueldan en fragmentos radiados (8,16), entre los cuales quedan vasos (vasos radiados) anchos al principio y reducidos después á simples conductitos. Al paso que en el borde se obliteran los tentáculos del pólipo, se elevan ocho pares de lóbulos margina-

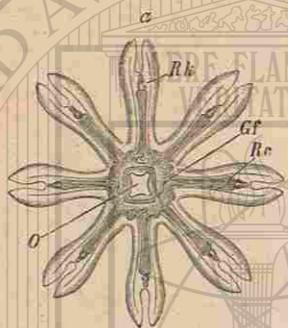
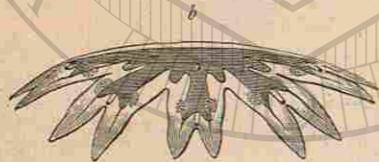


Fig. 216. - a, larva de acalefo (*Ephyra*); Rk, cuerpo marginal; Gf, filamento gástrico; Rc, conducto radiario; O, boca.



b, *Ephyra* en libertad (de 1'5 á 2 mm. de diámetro próximamente).

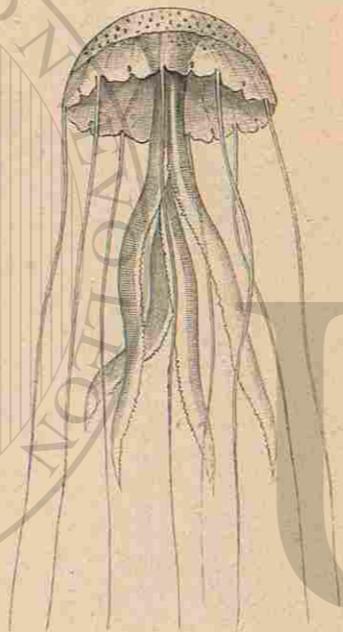


Fig. 217. - *Chrysaora* joven en período pelágico, con ocho filamentos marginales.

les, y en el intermedio de cada par un cuerpo marginal ó masa sensitiva. Del escifopólipo ó sea de su fragmento anterior, dilatado y extrangulado, se produce de la manera indicada la medusa acraspada, la *Ephyra* (fig. 216), que por ulteriores transformaciones se convierte en medusa umbrellífera (fig. 217).

I. CLASE. ANTOZOOS. ANTHOZOA = ACTINOZOA (1), CORALARIOS

Pólipos con tubo bucal ectodérmico; con bolsas gástricas y repliegues mesenteróideos; órganos sexuales endodérmicos; sin generación sexual medusoide, y casi siempre con esqueleto calcáreo mesodérmico, sólido.

Los pólipos antozoarios ó coralarios se distinguen de los de las hidromedusas por su magnitud más considerable y por la más complicada formación de la cavidad gastro-vascular. Esta no es un simple espacio hueco del cuerpo, sino que está dividida en un sistema de bolsas perpendiculares por numerosos tabiques divisorios verticales, *repliegues mesenteróideos*; los espacios resultantes de esta división desembocan en la cavidad gástrica central y están en comunicación en la periferia con un sistema de conductos capilares de la pared del cuerpo. En su trayecto superior terminan los espacios gástricos en los conductos que penetran en las cavidades de los tentáculos, y los bordes de los tabiques mesenteróideos que los limitan se unen á la pared externa del tubo gástrico, que desciende desde la abertura bucal. Puede quedar, sin embargo, en cada tabique, por debajo del disco bucal, una abertura que ponga en comunicación los espacios convecinos. El tubo bucal es por su significación un esófago, y en su extremo posterior, en el punto en que los compartimientos periféricos desembocan en la cavidad central, tiene

(1) Ehrenberg: *Beitrage zur physiologische Kenntniss der Korallenthiere im Allgemeinen und besonders des rothen Meeres desgl. uber die Natur und Bildung der Korallenbanke. Abhandl. der Berliner Akad.*, 1832; C. Darwin: *The Structure and Distribution of Coralreefs*, Londres, 1842; J. D. Dana: *United States Expl. Expedition Zoophytes*, Filadelfia, 1846; M. Edwards y J. Haime: *Histoire naturelle des coralliaires*, 3 t., París, 1857-1860; Lacaze Duthiers: *Histoire naturelle du Corail*, París, 1864; Gosse: *Actinologia britannica*, Londres, 1860; Kolliker: *Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien*, 1872; Moseley: *The Structure and Relations of the Alcyonarian Heliopora caerulea*, etc. *Phylos. Transactions of the Royal Soc.*, 1876; O. y R. Hertwig: *Die Actinien anatomisch-histologisch*, etc., untersucht, Jen., *Zeitschr.*, tomo XIV, 1880; R. Hertwig: *Die Actinien der Challenger-Expedition*, Jena, 1882; A. Andrés: *Le Attinie*, Leipzig, 1884.

una abertura susceptible de oclusión mediante la cual comunica el interior del tubo gástrico con el sistema gastro-vascular. La boca sirve á la vez para dar entrada á los alimentos y para expulsar al exterior los productos excrementicios. Las secreciones necesarias para la digestión son tal vez producidas por los cordones apelotonados que se encuentran en el borde de los tabiques (*filamentos mesenteróideos*) (fig. 214).

El cuerpo del pólipo está constituido por un revestimiento celular externo, una capa celular interna que reviste la cavidad gástrica y un tejido conjuntivo intermedio, de espesor y caracteres muy variables (mesodermo). Este último rara vez aparece en forma de tejido gelatinoso; más frecuentemente es una substancia conjuntiva sólida, homogénea, con células fusiformes y asteriformes (*Alciónidos*, *Gorgónidos*), que puede transformarse en tejido conjuntivo fibrilar y se hace asiento de sedimentaciones calcáreas. Pueden llegar al mesodermo fibras musculares procedentes de las células endodérmicas, al paso que los epitelios sensitivos y las fibrillas nerviosas, recientemente descubiertas en el disco bucal y en los tentáculos, conservan su situación superficial. Los elementos sexuales se producen en la inmediación del borde de los tabiques, por encima de los filamentos mesenteróideos, en forma de engrosamientos á manera de cintas ó bucles, y según Hertwig son productos del endodermo. En la mayoría de los casos están separados los sexos, pero hay ejemplos de individuos hermafroditas. Rara vez son hermafroditas todos los individuos, como en el *Cerianthus*.

Los embriones salidos del huevo fecundado después de la total segmentación, nacen en forma de larvas ciliadas vivas y poseen una cavidad gástrica interior y una abertura bucal en el polo dirigido hacia atrás cuando el animal se mueve. En esta forma el animal se fija por el polo opuesto á la abertura bucal y aparecen alrededor de la boca dos y luego cuatro, ocho, doce y más tentáculos; en las octactinias salen ocho de una vez. En las poliactinias, cuyos tentáculos y espacios mesenteróideos son múltiplos de seis, se creyó equivocadamente con M. Edwards que se desarrollaban primero seis tabiques y luego entre ellos otros seis, después otros doce de segundo orden, y tras ellos otros veinticuatro de cuarto orden, y por lo tanto los tabiques de igual magnitud serían de la misma edad y

pertenecerían á un ciclo formado á un mismo tiempo. Lacaze-Duthiers ha demostrado que el aumento de los tabiques y tentáculos obedece á una ley completamente distinta, teniendo por base al principio una conformación simétrica, é igualándose más tarde los elementos alternantes de edad distinta para constituir en último término la arquitectura radiada regular. R. Hertwig ha fijado después de una manera especial la ley de crecimiento de los sistemas de tabiques. Se encuentra un carácter manifiesto de la simetría bilateral, característica de la conformación arquitectónica, en la dirección longitudinal de la hendidura bucal, situada en el plano de los dos primeros tentáculos. La hendidura bucal, á menudo marcada por una ó dos ranuras bucales, señala, por lo tanto, el plano principal (plano de dirección), á cuyos lados se coloca el sistema de tabiques con la uniformidad de la imagen reproducida en un espejo. Cuando los dos tentáculos principales son simétricos y existen dos ranuras esofágicas, el plano transversal, perpendicular al plano principal, divide el cuerpo en dos mitades exactamente iguales (fig. 219), y la disposición es doblemente simétrica (*Actinias*, *Madreporarias*), contrastando con la *simetría simple* de las *Octactinias*, *Cerianthus* y de las *Tetracoralias* (fig. 218).

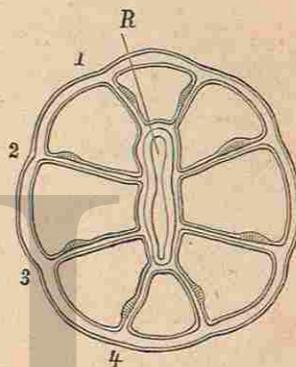


Fig. 218. - Corte transversal de una octactinia (*Alcyonium*), según R. Hertwig. R, ranura esofágica; 1, 2, 3 y 4 los cuatro pares de tabiques con sus fibras musculares.

Del grupo de las Poliactinias, han sido minuciosamente estudiadas las primeras formas larvarias de las Actinias (*A. mesembryanthemum*, *Sagartia*, *Bunodes*). Son éstas plánulas pequeñas revestidas de pestañas, y en las cuales uno de los polos, algo alargado, lleva un mechón de pestañas más largas (fig. 220 a). El extremo opuesto del cuerpo está aplanado y atravesado por la abertura bucal, que mediante un tubo esofágico corto, formado por invaginación, conduce á una cavidad gástrica estrecha. La primera diferenciación consiste en la aparición de dos repliegues opuestos que dividen la cavidad gástrica en dos compartimientos desiguales. Simétricamente, y en ángulo recto con estos repliegues mesenteróideos primarios, se manifiesta la abertura bucal en forma de una

hendidura longitudinal, de manera que por ella se puede determinar la situación del plano principal. A poco se elevan en el compartimiento mayor, que llamaremos anterior, dos nuevos repliegues, simétricos respecto del plano medio, lo cual determina la formación de cuatro cámaras, una anterior, otra posterior y dos laterales más pequeñas. Fórmanse entonces en el espacio posterior un tercer par y seguidamente un cuarto par de pliegues en los espacios laterales, que ceden poco en magnitud á los precedentes. Posteriormente los



Fig. 219. - Corte transversal de una Actinia (*Adamsia*), según R. Hertwig. *Hf*, compartimiento del plano principal; *R*, ranura bucal.

espacios que confinan con los primeros repliegues quedan divididos por sus correspondientes tabiques. Los doce espacios gastro-vasculares de tal manera formados se igualan paulatinamente y pueden considerarse divididos en un par único, situado en el plano medio, cinco pares simétricos con relación al mismo plano. Antes de bosquejarse el quinto y sexto pares empieza el brote de los tentáculos en el extremo oral de los espacios gastrovasculares, empezando por pronunciarse el tentáculo del espacio impar anterior (1), aventajando en magnitud á los siguientes. Luego aparece el diametralmente opuesto, y sucesivamente los otros, por pares, en forma de pequeñas elevaciones verrugosas. Luego que están formados todos los doce tentáculos, resultan iguales alternativamente; de modo que seis tentáculos mayores, á los cuales corresponden los tentáculos impares del eje longitudinal, alternan con otros tantos menores, formando dos círculos, de seis brazos de primer orden y otros tantos de segundo orden.

Los doce tabiques primeramente formados no se forman á expensas de la división de cada uno de los espacios gastro-vasculares,

(1) De igual manera que en el grupo de las hidromedusas el primer tentáculo del nuevo pólipo escifostoma.

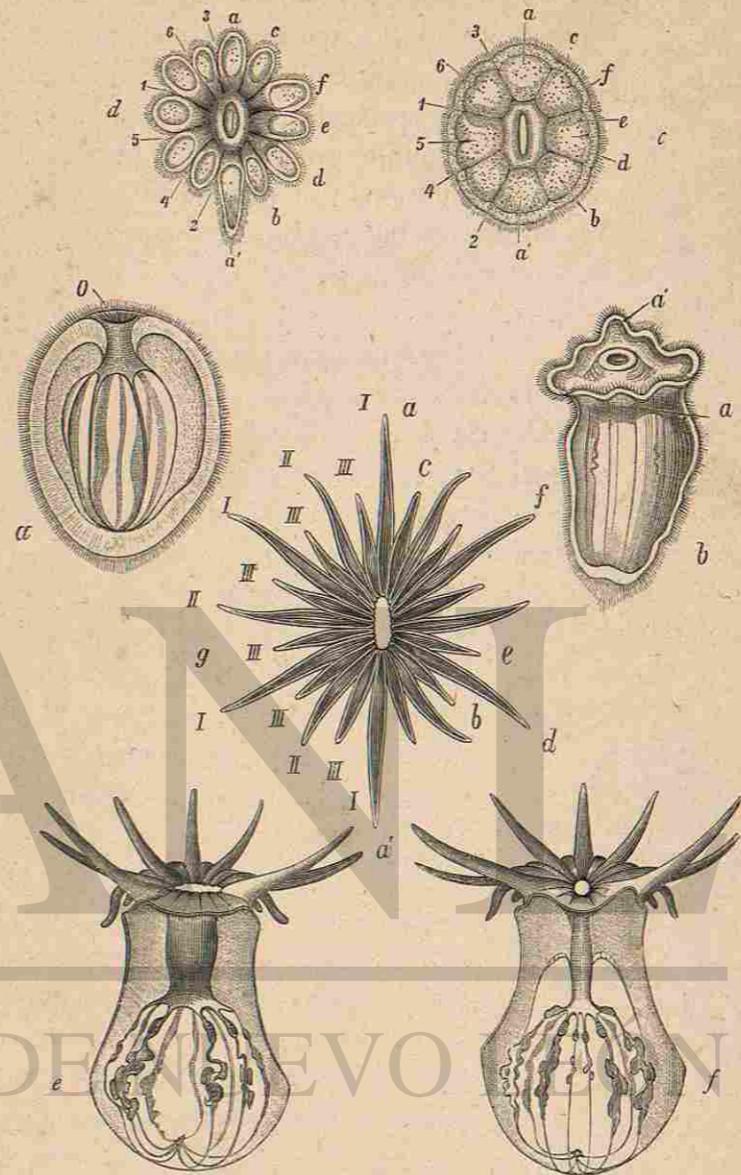


Fig. 220. - Embriología de la *Actinia mesembryanthemum*, según Lacaze-Duthiers. *a*, larva con ocho tabiques divisorios y dos filamentos mesenteroideos; *O*, boca; *b*, larva algo más avanzada, con los bosquejos de ocho tentáculos; *a'*, tentáculo primero del espacio impar anterior; *c*, larva con los bosquejos de los doce primeros tabiques divisorios, vistos por el polo bucal; los números 1 á 6 marcan los tabiques según el orden de su aparición; las letras *a, f*, los espacios; *d*, larva, con los doce primeros bosquejos de tentáculos, vistos como antes, y en los cuales se nota ya la disposición en dos ciclos alternantes; *e, f*, actinia joven con veinticuatro brazos iguales alternativamente, en dos cortes longitudinales perpendiculares entre sí; *g*, boca y tentáculos vistos por la superficie bucal. A la izquierda se marca con I III los tentáculos en ciclos, según su magnitud; á la derecha, con *a, f*, la de los seis primeros pares de espacios.

sino por seis pares simétricamente divididos en los elementos del segundo ciclo. La magnitud de los tentáculos nuevamente formados, cortos al principio, se modifica ulteriormente de tal manera que los seis tentáculos que confinan con los tentáculos de segundo orden superan pronto á los primeros y representan al parecer el segundo ciclo. La misma ley del crecimiento, con sucesiva igualización y substitución, se repite en el curso del ulterior proceso evolutivo, mediante el cual el pólipo, fijo ya por un polo posterior, va aumentando el número de sus tentáculos.



Fig. 221. - *Blastotrochus nutrix*, según C. Semper. Lk, yemas laterales.

Alcanza gran importancia la reproducción asexual por gemmación y división. Se forman brotes en diferentes puntos, hasta en el extremo bucal, en cual caso resulta una forma comparable á la de la piña. En el *Blastotrochus* se forman yemas en ángulo recto con el eje del animal matriz (fig. 221). Si los individuos así producidos quedan unidos entre sí, se desarrolla una colonia de pólipos que pueden llegar á adquirir formas muy diversas y magnitud considerable. Por regla general los individuos se alojan en una masa común, *cenenquima*, y comunican más ó menos mediatamente con sus cavidades gástricas, de modo que los jugos adquiridos por un individuo se reparten entre toda la colonia. En ella se nos ofrece un buen ejemplo de una población zoológica compuesta de miembros semejantes (fig. 222).



Fig. 222. - Rama de un polípero de *Corallium rubrum* (coral noble), según Lacaze-Duthiers. P, pólipo.

Por regla general sólo está repartido entre distintos individuos el trabajo de producción sexual, pero los individuos concurren al propio tiempo á todas las funciones vegetativas y animales.

Los antozoos son importantes especialmente por sus formaciones esqueléticas (políperos). En casi todos, excepción hecha de las *actinias*, se depositan en el mesodermo partículas cálcicas, sólidas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ANTOZOANTO PARÁSITO, POLÍPERO DE LAS COSTAS DE ARGELIA

En las octactinias sirven de base al esqueleto cuerpos calcáreos de diversa forma, *esclerodermites* (fig. 223), que quedan separados ó se unen en grandes masas mediante un cemento unitivo (eje del coral); pueden aparecer también en el eje depósitos córneos (*gorgónidos*). Sin la intervención de corpúsculos calcáreos y sólo por calcificación del cenenquima se forma el esqueleto calcáreo de la *Madreporaria*, que puede llegar á una dureza lapídea. La formación

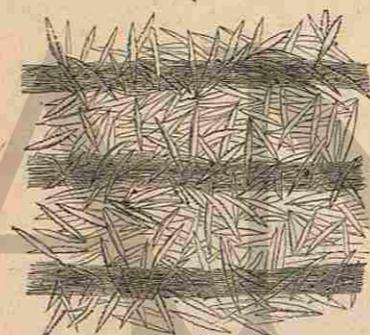
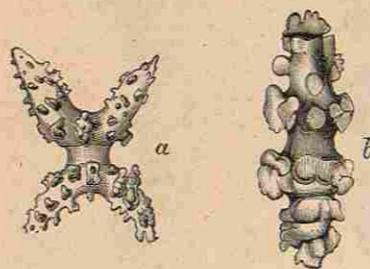
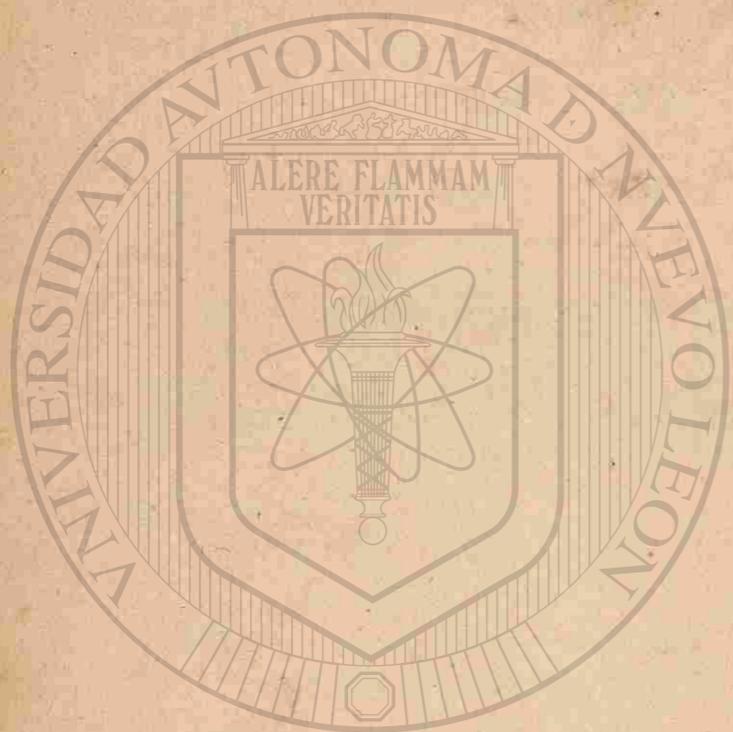


Fig. 223. - Cuerpos calcáreos (*esclerodermites*) de los *Alcionarios*, según Kolliker. *a*, de *Plexaurella*; *b*, de *Gorgonia*; *c*, de *Alcyonium*.

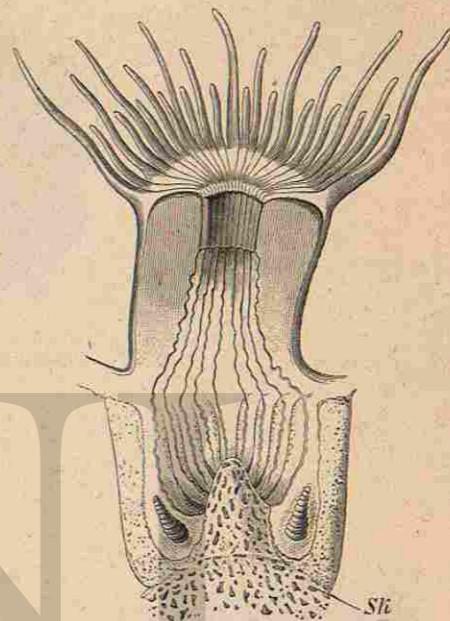


Fig. 224. - Corte vertical de un pólipo de *Astroides calycularis*, según Lacaze-Duthiers. Se ve la abertura bucal y el tubo esofágico, juntamente con los tabiques divisorios adosados al mismo; los tabiques calcáreos intermedios á los anteriores y la columela del esqueleto (*Sk*).

de este esqueleto subcutáneo empieza en cada animal en la superficie pedia y avanza de tal manera que al lado de la lámina pedia calcificada se forma en la parte inferior del pólipo una *lámina mural*, en forma más ó menos exacta de copa, de la cual irradian láminas perpendiculares, tabiques (*septa*) (fig. 224). En la armazón calcárea del polípero se reproduce la arquitectura del espacio gastrovascular, sólo que los tabiques calcáreos corresponden al espacio intermedio de los tabiques divisorios. El número de los septos calcáreos crece con la edad del pólipo, á la manera que los tabiques

divisorios y los tentáculos; y obedeciendo la misma ley, ulteriores diferenciaciones indican en el esqueleto un gran número de modificaciones importantes desde el punto de vista de la clasificación;

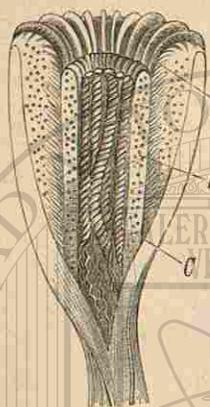


Fig. 225. - Corte vertical del cáliz de *Cyathina cyathus*, según Milne Edwards. S, tabique; P, pali; C, columna.

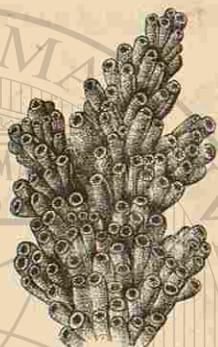


Fig. 226. - *Madrepora verrucosa*, según E. H.



Fig. 227. - Rama de *Oculina speciosa*, según E. H.

á veces se eleva en el eje de la copa una masa calcárea en forma de columna (*Columella*), y alrededor de ella, separada de los radios



Fig. 228. - *Astrza (Goniastrea) pectinata* Ehrbg., según Klunzinger.



Fig. 229. - *Maandrina (Caloria) arabica* Klz., según Klunzinger.

de la lámina mural, una corona de bastoncillos (*Pali*) (fig. 225). Se forman además entre las caras laterales de los radios espículas y trabéculas (*Synapticulae*) ó tabiques divisorios horizontales (*Dissepimenta*). En la cara externa de la lámina mural se pueden formar también apéndices salientes á manera de costillas (*Costae*) y entre ellas disepimentos análogos á los anteriores.

La considerable diversidad de formas de las colonias de pólipos no es debida sólo á la distinta conformación del esqueleto del cuerpo del pólipo, sino que es el resultado del distinto crecimiento por gemmación ó por división incompleta. Por esta causa se distinguen numerosas modificaciones de colonias ramificadas, como por ejemplo las *Madreporas* (fig. 226) y *Oculínidos* (fig. 227), y colonias macizas luminosas, como las de *Astreas* (fig. 228) y *Meandrinas*.

Los antozoos son todos habitantes del mar y viven de preferencia en las zonas calientes, por más que algunos tipos de octactinias carnosas y algunas actinias se hallan esparcidas por todas las latitudes. Los pólipos que construyen bancos y arrecifes están reducidos á una zona limitada por el grado 28 de latitud Norte y Sur y sólo en puntos aislados pasan de estos límites. La mayoría vive cerca de las costas, y por la acumulación de sus esqueletos lapídeos forman con el transcurso del tiempo masas colosales, *arrecifes de coral*, en extremo peligrosos para los navegantes y base de formación de algunas islas. Auxilia la obra de los políperos de coral el cambio lento de nivel del mar, cuyo fondo se eleva, y favorece la extensión de los bancos de coral en profundidad el descenso secular del fondo del mar.

Es muy importante la participación que toman los antozoos en las modificaciones de la superficie terrestre. Así como en la actualidad protegen las costas contra la acción destructora de las olas y contribuyen á la formación de islas y rocas potentes por la acumulación de grandes masas calcáreas, en antiguas épocas geológicas han ejercido una acción aún más poderosa, según atestiguan las importantes formaciones de coral de los periodos paleozóico y jurásico.

I. ORDEN. RUGOSOS, RUGOSA = TETRACORALLIA

Corales paleozóicos con numerosos tabiques, simétricamente dispuestos, en número múltiplo de cuatro.

A este orden pertenecen las familias de los *ciatofilidos*, *estauridos*, etc.

divisorios y los tentáculos; y obedeciendo la misma ley, ulteriores diferenciaciones indican en el esqueleto un gran número de modificaciones importantes desde el punto de vista de la clasificación;

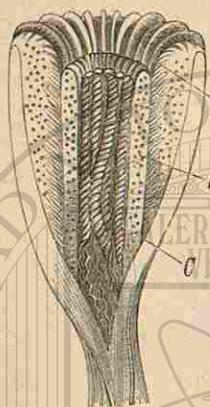


Fig. 225. - Corte vertical del cáliz de *Cyathina cyathus*, según Milne Edwards. S, tabique; P, pali; C, columna.



Fig. 226. - *Madrepora verrucosa*, según E. H.



Fig. 227. - Rama de *Oculina speciosa*, según E. H.

á veces se eleva en el eje de la copa una masa calcárea en forma de columna (*Columella*), y alrededor de ella, separada de los radios



Fig. 228. - *Astrza (Goniastrea) pectinata* Ehrbg., según Klunzinger.

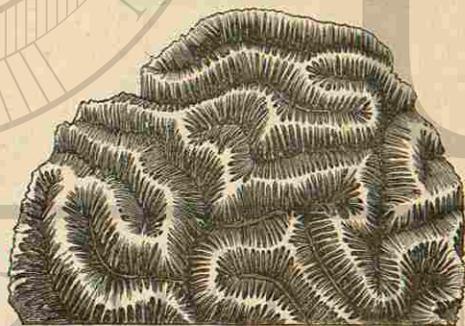


Fig. 229. - *Maandrina (Caloria) arabica* Klz., según Klunzinger.

de la lámina mural, una corona de bastoncillos (*Pali*) (fig. 225). Se forman además entre las caras laterales de los radios espículas y trabéculas (*Synapticulae*) ó tabiques divisorios horizontales (*Dissepimenta*). En la cara externa de la lámina mural se pueden formar también apéndices salientes á manera de costillas (*Costae*) y entre ellas disepimentos análogos á los anteriores.

La considerable diversidad de formas de las colonias de pólipos no es debida sólo á la distinta conformación del esqueleto del cuerpo del pólipo, sino que es el resultado del distinto crecimiento por gemmación ó por división incompleta. Por esta causa se distinguen numerosas modificaciones de colonias ramificadas, como por ejemplo las *Madreporas* (fig. 226) y *Oculínidos* (fig. 227), y colonias macizas luminosas, como las de *Astreas* (fig. 228) y *Meandrinas*.

Los antozoos son todos habitantes del mar y viven de preferencia en las zonas calientes, por más que algunos tipos de octactinias carnosas y algunas actinias se hallan esparcidas por todas las latitudes. Los pólipos que construyen bancos y arrecifes están reducidos á una zona limitada por el grado 28 de latitud Norte y Sur y sólo en puntos aislados pasan de estos límites. La mayoría vive cerca de las costas, y por la acumulación de sus esqueletos lapídeos forman con el transcurso del tiempo masas colosales, *arrecifes de coral*, en extremo peligrosos para los navegantes y base de formación de algunas islas. Auxilia la obra de los políperos de coral el cambio lento de nivel del mar, cuyo fondo se eleva, y favorece la extensión de los bancos de coral en profundidad el descenso secular del fondo del mar.

Es muy importante la participación que toman los antozoos en las modificaciones de la superficie terrestre. Así como en la actualidad protegen las costas contra la acción destructora de las olas y contribuyen á la formación de islas y rocas potentes por la acumulación de grandes masas calcáreas, en antiguas épocas geológicas han ejercido una acción aún más poderosa, según atestiguan las importantes formaciones de coral de los periodos paleozóico y jurásico.

1. ORDEN. RUGOSOS, RUGOSA = TETRACORALLIA

Corales paleozóicos con numerosos tabiques, simétricamente dispuestos, en número múltiplo de cuatro.

A este orden pertenecen las familias de los *ciatofilidos*, *estauridos*, etc.

2. ORDEN. ALCIONARIOS, ALCYONARIA=OCTACTINIA

Pólipos y colonias políperas con ocho tentáculos bipennados é igual número de repliegues mesenteróideos no calcificados.

Las secreciones calcáreas del dermis determinan la formación de políperos carnosos, ó de corteza dislacerable, menos resistente, alrededor de un esqueleto axilar, córneo unas veces, calcáreo de dureza lapídea otras, ó tubos calcáreos sólidos (*Tubipora*). En todos sirven de base al esqueleto corpúsculos calcáreos (esclerodermites) (fig. 223). Los embriones nacen casi siempre en forma de larvas ciliadas sin tabiques ni tentáculos. Lo general es la separación de sexos en individuos distintos.

1. Fam. *Alcyonida*. Colonias fijas, de polípero casi siempre carnoso, coriáceo, sin eje, y con escasas sedimentaciones calcáreas en el tegumento. Las colonias se forman por gemmación lateral y entonces componen masas lobuladas y ramificadas. *Alcyonium palmatum* Pall., *digitatum* L., ó por brotes basales ó prolongaciones verrugosas que unen entre sí los individuos, *Cornularia crassa* Edw.

2. Fam. *Pennatulida*, Plumas de mar. Colonias de pólipos, cuya base desnuda y libre se clava en la arena ó en el fango; casi siempre con esqueleto axial córneo y flexible. Juntos con individuos sexuados se presentan pólipos pequeños estériles. Es interesante la presencia de aberturas en el tronco para la entrada y salida de agua. Los animales tienen su asiento unas veces en las ramas laterales del tronco y el polípero tiene la forma de una pluma, *Pennatula rubra* Ellis, y otras se reparten por todos los lados de un tallo único, *Veretillum cynomorium* Pall., dióico. En otros casos el polípero es plano y reniforme, con pedúnculo bulboso; pero desprovisto de eje, *Renilla violacea* Quoy, Gaim., ó acumulándose los pólipos en el extremo superior de un tallo largo afectan la forma de un paraguas, *Umbellula Thomsonii* Koll., forma que vive en mares profundos.

3. Fam. *Gorgonida*. Corales corticales. Las colonias, fijas, tienen un esqueleto córneo ó calcáreo, con ramificación arborescente, provisto de eje y revestido de una corteza dislacerable ó de un parénquima blando que contiene corpúsculos calcáreos. El eje es córneo, flexible y no articulado, *Gorgonia verrucosa* Pall., mar Mediterráneo, *Gorgonia italica*, *Rhipidogorgia flabellum* L., con polípero en forma de abanico, Antillas, ó está compuesto de segmentos alternativamente córneos y calcáreos, *Isis hippuris* Lam., *Melithaea ochracea* Lam., ó por último es lapídeo y compuesto de cal. En el último caso se encuentra el coral noble, *Corallium rubrum* Lam. (fig. 222), que produce la piedra de coral que se emplea en la joyería. Encuéntrase esta especie en el Mediterráneo, especialmente en las costas rocosas de Argel y Túnez, y es objeto de un comercio importante.

4. Fam. *Tubiporida*. Organos de mar. Los políperos tienen semejanza con la

tubería de un órgano. Los animales se alojan en tubos calcáreos paralelos, unidos por láminas horizontales. *Tubipora Hemprichii* Ehrbg., *T. purpurea*.

El coral, que como nadie ignora, se usa mucho para adornos femeniles, ya asociado á varios metales ó piedras preciosas, ya por sí solo, es por lo mismo objeto de una pesca importante. El rojo, que suele ser el más empleado con tal destino, sólo se encuentra en el Mediterráneo y en el Adriático; en estas últimas aguas llega hasta más arriba de Sebenico y se halla con más frecuencia en algunos puntos de la costa de Albania, así como entre las islas Jónicas. En las playas occidentales de Africa abunda bastante, dedicándose con preferencia á su pesca coralleros españoles é italianos. Cada embarcación recoge por término medio en una campaña de 350 á 400 kilogramos de coral.

Aunque en menor escala, también se practica dicha pesca en España, y además de las pesquerías de las Baleares tenemos la de Bagur, en la provincia de Gerona, en la cual se ha pescado mucho por medio de buzos; mas actualmente sólo se hace con redes, á la profundidad variable de unas cuarenta brazas. El coral allí recogido se exporta por lo general á Génova y á Liorna.

He aquí cómo se suele practicar esta pesca en las costas italianas y en las de Africa. Ocho hombres, que son por lo general excelentes buzos, tripulan una barca, llevando una gran cruz de brazos iguales, largos y fuertes, á cada uno de los cuales va sujeta una sólida red en forma de saco. Átase una recia cuerda en medio de la cruz y se baja ésta horizontalmente al mar, cargándola con pesos bastante grandes para que llegue al fondo; en seguida el buzo baja á su vez para manejar el aparato, cuyos brazos va empujando uno tras otro para rascar las rocas á las que está adherido el coral y hacer que éste penetre en las redes. Al medio minuto de practicar este trabajo, los que se han quedado en la barca tiran vigorosamente de la cuerda y sacan á la superficie al buzo y á sus redes.

En lugar del instrumento que acabamos de describir, se usa á veces otro aparato compuesto de un arco de hierro de cincuenta centímetros de diámetro, que forma la abertura de un saquito destinado á recibir las ramas de coral que se rompen. A derecha é izquierda lleva suspendidas dos redes. El aro está situado en el extremo de un gran madero, á veces más largo que la barca; este madero está sostenido con dos cuerdas, y muy cerca del arco se fija una piedra. Este instrumento se introduce en las cavidades en que el primero no ha podido penetrar.

En otras localidades se valen de palos rodeados de estopas, que se arrastran por el fondo del mar con una bala; detrás lleva una red de grandes mallas, en la que cae el coral á medida que se le arranca; pero siempre va mezclado con otros políperos y animales y hasta con plantas marinas.

El precio ordinario de este artículo varía entre 45 y 70 pesetas el kilogramo; pero si los ejemplares son escogidos, gruesos, y sobre todo, de color sonrosado (*piel de ángel*), se pagan á 400 y hasta 500 y más pesetas por kilogramo. El llamado coral negro no procede de una especie independiente; es el mismo coral rojo, sólo que habiendo estado mucho tiempo cubierto de cieno, ha perdido su primitivo color á causa de una especie de descomposición ó de influencias químicas desconocidas aún.

Los siguientes datos estadísticos, recogidos por Lacaze-Duthiers en 1875, darán una idea de la importancia de esta industria. En dicho año salieron del distrito marítimo de Nápoles 416 barcos, de los que 264 pescaron en las costas italianas y los restantes en otros bancos de coral del Mediterráneo. Recogieron 23,000 kilogramos

de primera calidad, que los pescadores venden á razón de 120 pesetas kilogramo; 20,000 de segunda, á 75 íd. íd., y 67,436 de tercera, á 6 pesetas, resultando un total de 4.664,616 pesetas. Deduciendo 1.966,800 por aparejos de los barcos, salarios y alimentos, queda una ganancia limpia de 2.697,816 pesetas, que se repartió principalmente entre los pescadores de Torre-del-Greco.

La fabricación de adornos y aderezos de coral se efectúa en París, Marsella, y principalmente en Nápoles, Liorna y Génova. En Liorna hay cuatro grandes establecimientos para labrar corales, además de los de segundo y tercer orden; en cada uno de estos talleres se ocupan de doscientas cincuenta á trescientas operarias, de suerte que esta industria da trabajo lo menos á un millar de mujeres.

(N. del T.)

3. ORDEN. HEXACTINIA = ZOANTHARIA

Pólipos y colonias con seis, doce ó mayor número de tentáculos, múltiplos de seis, alternando casi siempre en varios círculos.

El cuerpo rara vez completamente blando ó coriáceo; por lo general con polípero calcáreo lapídeo de estructura fibroso-radiada, cristalina. En este orden es también regla general la separación de los sexos, pero existen pólipos hermafroditas (*Cerianthus*). Los pólipos llevan consigo los embriones durante mucho tiempo, de modo que al nacer tienen ya ocho ó doce radios y bosquejos de tentáculos. Muchos forman arrecifes é islas de coral.

1. *Anthipatharia*. Casi siempre con sólo seis tentáculos y eje esquelético córneo.

Fam. *Antipathidae*. Colonias de pólipos con cuerpo blando, no calcificado, pero con esqueleto córneo, simple ó ramificado. Boca rodeada no más que por seis tentáculos. *Antipathes* Pall., coral negro, Mediterráneo.

2. *Actiniaria*. Sin producciones duras.

Fam. *Actinidae*. Cuerpo blando; en unos, animales aislados con coronas de tentáculos, múltiples y alternantes, *Actinia* L.; en otros, reunidos en colonias por estolones, *Zoanthus* Cuv. Los primeros pueden desprenderse de los cuerpos á que se fijan por medio de su pie contráctil y moverse libremente. Muchos de ellos llegan á alcanzar una talla relativamente considerable y poseen colores brillantes. A veces segrega la piel una masa viscosa llena de multitud de cápsulas urticantes, y á veces una especie de envoltura. Son conocidas con el nombre de *anémonas de mar* y forman el ornato de los acuarios. *Actinia mesembryanthemum* L., *Sagartia* Gosse (figura 192), *Anthea* Johnst., *Cerianthus* Delle Ch. Con vaina cutánea y poro posterior. Hermafrodita. *C. membranaceus* H.

3. *Madreporaria*. Con esqueleto calcáreo duro y continuo.

a) *Aporosa*. Fam. *Turbinolidae*. Corales en forma de casquete. Pólipos casi siempre solitarios con armazón calcáreo sólida; lámina mural imperforada y lámina pedia completamente desarrollada; tabiques con los espacios intermedios abiertos hasta la base. *Turbinolia* Lam., *Flabellum* Less., *Caryophyllia* Lam., *C. (Cyathina) cyathus* Lam. (fig. 225), *Blastotrochus* E. H. (fig. 221).

Fam. *Oculinidae* (fig. 227). Colonias con políperos lapídeos, casi siempre dentrícticos; cenenuquima calcificado en masa compacta y tabiques poco numerosos en el cáliz de los animales aislados. *Oculina virginea* Less., Océano Indico, *Amphihelia oculata* L., corales blancos, Mediterráneo.

Fam. *Astráida*. Estrellas de coral. Colonias casi siempre macizas, con las láminas murales soldadas á los cálices; sin cenenuquima; bordes de los tabiques cortantes en unos y dentados en otros; espacios intermedios divididos por paredes horizontales. *Eusmilia* Edw. Los individuos producto de la división quedan unidos sólo por la base y forman un polípero tomentoso con los bordes de los tabiques cortantes. *Galaxea* Oken. Los cálices, formados por gemmación, quedan libres en su borde posterior y tienen igualmente cortantes los bordes de los tabiques. *Cladocora*. La gemmación lateral, y consiguientemente colonias tomentosas ó ramificadas. *Cl. cespitosa* L., Mediterráneo. *Astraea* Lam., cálices soldados á toda la muralla con los bordes de los tabiques dentados. *A. radians* Pall. *Goniastraea pectinata* Ehrbg. (fig. 228). *Meandrina* Lam., cálices unidos formando valles largos. *M. crassa* Edw. H., *Caloria arabica* Klz. (fig. 229).

Fam. *Fungidae*. Corales hongos. En la mayoría cálices grandes y aplanados, á veces en colonias; sin lámina mural; con tabiques numerosos, muy desarrollados, dentados y unidos por sinápticas. *Fungia discus* Dana, *Halomitra* Dana, *Lophoseris* Edw. H.

b) *Perforata*. Fam. *Madreporidae*. Madréporas (fig. 226). Pólipos y colonias con cenenuquima poroso y lámina mural perforada. Cavidad gástrica abierta en el fondo y en comunicación con el conducto central en el eje del polípero ramificado. Tabiques poco desarrollados. *Madrepora cervicornis* L., *Dendrophyllia ramea* Edw., Mediterráneo, *Astroides calycularis* Pall.

II. CLASE. PÓLIPOMEDUSAS = POLYPOMEDUSÆ (1)

Pólipos sin tubo gástrico, con cavidad gastro-vascular simple y generación sexuada medusoide, con medusas natatorias como animales sexuados.

Esta clase comprende los hidropólipos y colonias de los mismos, á la vez que las medusas derivadas de ellos y de los escifopólipos, como animales sexuados á ellos correspondientes. En general tienen los pólipos una estructura más simple que los antozoos y son notablemente inferiores en magnitud; carecen de tubo esofágico ó gástrico, de tabiques divisorios, de repliegues y de divisiones del espacio gastro-vascular. Sólo los escifopólipos (escifistoma) que representan las formas larvarias de las escifomedusas, conservan un resto de repliegues mesenteróideos en cuatro abultamientos gástricos, de los cuales salen filamentos gástricos, y según Goette

(1) Eschscholtz: *System der Acalephen*, Berlín, 1829; T. Huxley: *Memoir on the anatomy and affinities of the Medusæ*. *Phil. Transact.*, Londres, 1846; L. Agassiz: *Contributions of the Natural History of the United States, Acalepha*, vol. III, 1860; vol. IV, 1862; E. Haeckel: *System der Medusen*, tomos I y II, Jena, 1880 y 1881.

de primera calidad, que los pescadores venden á razón de 120 pesetas kilogramo; 20,000 de segunda, á 75 íd. íd., y 67,436 de tercera, á 6 pesetas, resultando un total de 4.664,616 pesetas. Deduciendo 1.966,800 por aparejos de los barcos, salarios y alimentos, queda una ganancia limpia de 2.697,816 pesetas, que se repartió principalmente entre los pescadores de Torre-del-Greco.

La fabricación de adornos y aderezos de coral se efectúa en París, Marsella, y principalmente en Nápoles, Liorna y Génova. En Liorna hay cuatro grandes establecimientos para labrar corales, además de los de segundo y tercer orden; en cada uno de estos talleres se ocupan de doscientas cincuenta á trescientas operarias, de suerte que esta industria da trabajo lo menos á un millar de mujeres.

(N. del T.)

3. ORDEN. HEXACTINIA = ZOANTHARIA

Pólipos y colonias con seis, doce ó mayor número de tentáculos, múltiplos de seis, alternando casi siempre en varios círculos.

El cuerpo rara vez completamente blando ó coriáceo; por lo general con polípero calcáreo lapídeo de estructura fibroso-radiada, cristalina. En este orden es también regla general la separación de los sexos, pero existen pólipos hermafroditas (*Cerianthus*). Los pólipos llevan consigo los embriones durante mucho tiempo, de modo que al nacer tienen ya ocho ó doce radios y bosquejos de tentáculos. Muchos forman arrecifes é islas de coral.

1. *Anthipatharia*. Casi siempre con sólo seis tentáculos y eje esquelético córneo.

Fam. *Antipathidae*. Colonias de pólipos con cuerpo blando, no calcificado, pero con esqueleto córneo, simple ó ramificado. Boca rodeada no más que por seis tentáculos. *Antipathes* Pall., coral negro, Mediterráneo.

2. *Actiniaria*. Sin producciones duras.

Fam. *Actinidae*. Cuerpo blando; en unos, animales aislados con coronas de tentáculos, múltiples y alternantes, *Actinia* L.; en otros, reunidos en colonias por estolones, *Zoanthus* Cuv. Los primeros pueden desprenderse de los cuerpos á que se fijan por medio de su pie contráctil y moverse libremente. Muchos de ellos llegan á alcanzar una talla relativamente considerable y poseen colores brillantes. A veces segrega la piel una masa viscosa llena de multitud de cápsulas urticantes, y á veces una especie de envoltura. Son conocidas con el nombre de *anémonas de mar* y forman el ornato de los acuarios. *Actinia mesembryanthemum* L., *Sagartia* Gosse (figura 192), *Anthea* Johnst., *Cerianthus* Delle Ch. Con vaina cutánea y poro posterior. Hermafrodita. *C. membranaceus* H.

3. *Madreporaria*. Con esqueleto calcáreo duro y continuo.

a) *Aporosa*. Fam. *Turbinolidae*. Corales en forma de casquete. Pólipos casi siempre solitarios con armazón calcáreo sólida; lámina mural imperforada y lámina pedia completamente desarrollada; tabiques con los espacios intermedios abiertos hasta la base. *Turbinolia* Lam., *Flabellum* Less., *Caryophyllia* Lam., *C. (Cyathina) cyathus* Lam. (fig. 225), *Blastotrochus* E. H. (fig. 221).

Fam. *Oculinidae* (fig. 227). Colonias con políperos lapídeos, casi siempre dentrícticos; cenenquima calcificado en masa compacta y tabiques poco numerosos en el cáliz de los animales aislados. *Oculina virginea* Less., Océano Indico, *Amphihelia oculata* L., corales blancos, Mediterráneo.

Fam. *Astráida*. Estrellas de coral. Colonias casi siempre macizas, con las láminas murales soldadas á los cálices; sin cenenquima; bordes de los tabiques cortantes en unos y dentados en otros; espacios intermedios divididos por paredes horizontales. *Eusmilia* Edw. Los individuos producto de la división quedan unidos sólo por la base y forman un polípero tomentoso con los bordes de los tabiques cortantes. *Galaxea* Oken. Los cálices, formados por gemmación, quedan libres en su borde posterior y tienen igualmente cortantes los bordes de los tabiques. *Cladocora*. La gemmación lateral, y consiguientemente colonias tomentosas ó ramificadas. *Cl. cespitosa* L., Mediterráneo. *Astraea* Lam., cálices soldados á toda la muralla con los bordes de los tabiques dentados. *A. radians* Pall. *Goniastraea pectinata* Ehrbg. (fig. 228). *Meandrina* Lam., cálices unidos formando valles largos. *M. crassa* Edw. H., *Caloria arabica* Klz. (fig. 229).

Fam. *Fungidae*. Corales hongos. En la mayoría cálices grandes y aplanados, á veces en colonias; sin lámina mural; con tabiques numerosos, muy desarrollados, dentados y unidos por sinápticas. *Fungia discus* Dana, *Halomitra* Dana, *Lophoseris* Edw. H.

b) *Perforata*. Fam. *Madreporidae*. Madréporas (fig. 226). Pólipos y colonias con cenenquima poroso y lámina mural perforada. Cavidad gástrica abierta en el fondo y en comunicación con el conducto central en el eje del polípero ramificado. Tabiques poco desarrollados. *Madrepora cervicornis* L., *Dendrophyllia ramea* Edw., Mediterráneo, *Astroides calycularis* Pall.

II. CLASE. PÓLIPOMEDUSAS = POLYPOMEDUSÆ (1)

Pólipos sin tubo gástrico, con cavidad gastro-vascular simple y generación sexuada medusoide, con medusas natatorias como animales sexuados.

Esta clase comprende los hidropólipos y colonias de los mismos, á la vez que las medusas derivadas de ellos y de los escifopólipos, como animales sexuados á ellos correspondientes. En general tienen los pólipos una estructura más simple que los antozoos y son notablemente inferiores en magnitud; carecen de tubo esofágico ó gástrico, de tabiques divisorios, de repliegues y de divisiones del espacio gastro-vascular. Sólo los escifopólipos (escifistoma) que representan las formas larvarias de las escifomedusas, conservan un resto de repliegues mesenteróideos en cuatro abultamientos gástricos, de los cuales salen filamentos gástricos, y según Goette

(1) Eschscholtz: *System der Acalephen*, Berlín, 1829; T. Huxley: *Memoir on the anatomy and affinities of the Medusæ*. *Phil. Transact.*, Londres, 1846; L. Agassiz: *Contributions of the Natural History of the United States, Acalepha*, vol. III, 1860; vol. IV, 1862; E. Haeckel: *System der Medusen*, tomos I y II, Jena, 1880 y 1881.

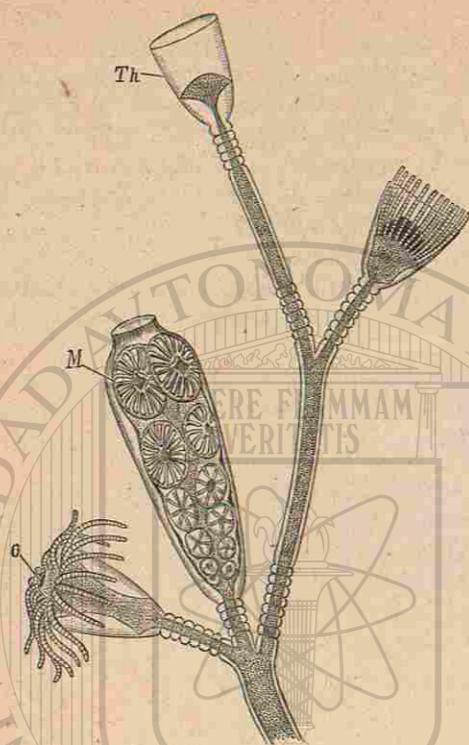
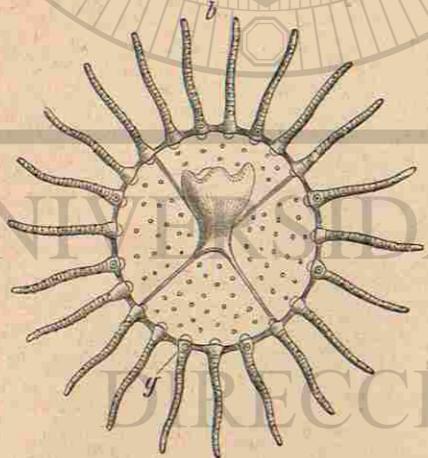


Fig. 23c. - a. Rama de una colonia de *Obelia* (*O. gelatinosa*). *O*, abertura bucal de un pólipo nutricional con los tentáculos en extensión; *M*, yemas medusoides en el cuerpo de un pólipo prolifero; *Th*, receptáculo calcáreo (teca) de un pólipo nutricional.



Medusa libre de *Obelia gelatinosa* sin órganos sexuales; *g*, vesícula auditiva.

lipo desempeña las funciones nutritivas y la gemmación. En rela-

pueden tener también cuatro bolsas gástricas primarias alrededor de un tubo esofágico ectodérmico (fig. 215).

Las colonias sólo por excepción (*milleporidos*) llegan á desarrollar, por calcificación de la cutícula, un polípero comparable á la armazón calcárea de los antozoos. Cuando existen formaciones esqueléticas, son por lo general secreciones más ó menos cornificadas del epidermis, que cubren el tronco y sus ramas á manera de tubos finos y á veces forman alrededor del pólipo un receptáculo calciforme (figura 230 a); desarrollase, sin embargo, en el interior del cuerpo, bajo el ectodermo, una lámina mesodérmica más ó menos resistente que sirve de sostén á las partes blandas, y está representada en las medusas por el disco casi siempre espeso y á veces conjuntival.

La medusa representa sin duda el tipo morfológicamente más elevado (figura 230 b), tanto más cuanto que representa el individuo sexuado en la plenitud de su madurez, al paso que el pólipo desempeña las funciones nutritivas y la gemmación. En rela-

ción con la libre motilidad y con la más elevada jerarquía vital de la medusa, encontramos en ella un sistema nervioso más desarrollado y órganos de los sentidos. El primero está situado en el borde del disco y consta de fibrillas nerviosas, entremezcladas con células gangliónicas en forma de un doble cordón fibroso que acompaña al vaso anular. Los órganos de los sentidos son los llamados cuerpos marginales. Los productos sexuales de la medusa toman su origen, ya del ectodermo en el trayecto de los vasos radiarios (*eucópidos*) ó en la pared del pedúnculo bucal (*oocánidos*), ya del endodermo en la cara inferior (subumbrela) del disco (*medusas acalefas*).

Los pólipos y las medusas subsisten con frecuencia en un grado ínfimo de diferenciación morfológica, quedando los primeros reducidos á apéndices *polipoides* y las segundas á *medusoides*, que encierran los productos sexuales, y fijos al tronco ó á los pólipos. En tales casos es limitada la individualidad de estos apéndices; tanto los animales polipoides como los medusoides descienden fisiológicamente á la significación de partes ú órganos del cuerpo, al paso que el conjunto ó colonia total llega á ser casi una unidad orgánica. Cuanto más determinada está la *división del trabajo* y el *polimorfismo* en los apéndices polipoides y medusoides de la colonia, tanto más puede concederse á la totalidad la unidad morfológica como colonia animal. En este caso apenas hay límites entre la gemmación y el simple crecimiento.

Durante mucho tiempo se ha tenido por hecho extraordinario, casi inaccesible á toda explicación, que organismos tan diferentes como los pólipos y las medusas, colocados antes en clases distintas de la clasificación, representen estados diversos de una misma serie evolutiva, y se hallen, por lo tanto, estrechamente unidos genéticamente en una misma especie. La teoría de la generación alternante no hizo más que dar un rodeo al asunto, sin explicarlo. Cuando se tuvo conocimiento de la formación del cuerpo de las medusas en el de los pólipos se dió por resuelta la inmediata conexión de ambas formas, quedando demostrado que *la medusa es un pólipo aplanado en forma de disco, cuya cavidad gástrica más plana, pero más ancha, queda reducida á bolsas vasculares periféricas (espacios gástricos) ó á conductos radiarios á consecuencia de la adhesión de cuatro, seis ó más tabiques*; los espacios gástricos son análogos á los comparti-

mientos gastro-vasculares de los antozoos (fig. 213 b y c). La diferencia, en relación con la forma discoidea, consiste principalmente en la disminución de altura de los tabiques, que se extienden en dirección radiada, por efecto de la adhesión de las hojas endodérmica oral y aboral, y representan la llamada *lámina vascular*. Al propio tiempo el disco bucal, ensanchado, se retrae en forma cóncava para limitar la cavidad de la umbrela ó de la campana, y su revestimiento ectodérmico se transforma en músculo de la pared inferior de la umbrela ó subumbrela. La substancia de sostén de la cara aboral, convexa (después de desprendida de la colonia), se convierte en una capa mesodérmica gruesa, á menudo llena de células, constituyendo la masa gelatinosa de la umbrela, al paso que la pared oral conserva el carácter de una lámina tenue, pero resistente, y sirve de lámina de sustentación de la musculatura de la subumbrela (saco natatorio de la campana). Los tentáculos salen cerca del borde del disco y constituyen los filamentos marginales ó tentáculos marginales de la medusa, agregándose á ellos cuatro brazos bucales, simples ó ramificados, prolongaciones del pedúnculo bucal.

A la vez que la reproducción sexual, es también frecuente la multiplicación agama, especialmente en las formas polipoides, en que da origen á la formación de colonias polimorfas. En la mayoría de los casos se suceden en regular alternativa ambas formas de reproducción para la producción de generaciones diversas. Hay, no obstante, algunas medusas (*Aeginopsis*, *Pelagia*) que, sin generación alternante, proceden directamente de huevos por vía de desarrollo continuo con metamorfosis. Es, sin embargo, lo más frecuente que la medusa, ó la yema medusoide sexuada, produzca de su huevo un pólipo y éste, ya por división, ya por producción de una colonia sesil ó natatoria, dé origen á la generación de individuos ó de yemas medusoides sexuadas.

Las *pólipomedusas* se alimentan siempre de substancias animales y habitan de preferencia en los mares calientes. Las medusas natatorias y los sifonóforos son fósforescentes por la noche.

Los cnidarios pueden probablemente referirse por su origen á una forma fundamental hidroide (*Archhydra*, E. Haeckel), cuya pared está constituida por un epitelio ectodérmico y endodérmico y una capa intermedia desprovista de células. Por aumento progre-

sivo de magnitud y complicación de la estructura interna con la formación de un tubo esofágico ectodérmico, y de cuatro, y luego más, compartimientos gástricos y tabique, dió origen la *Archihydra* á los pólipos de coral paleozoicos (*Tetracorallia*), de los cuales derivan las octactinias y poliactinias. De los corales tetrámeros reducidos, con sistema simplificado de conductos gástricos, debieron salir los *escifopólipos*, que se transformaron en *escifomedusas*. Las *hidromedusas* se han desarrollado ó bien directamente de la *Archihydra* por el intermedio de los hidroides, existiendo luego un origen difilético para las medusas discoideas, ó bien, y es por varias razones lo más probable, de colonias de escifopólipos con sistema gástrico simplificado, que produjeron los hidroides. Sólo en casos aislados subsisten los cuatro abultamientos gástricos como restos de tabiques (*tubuláridos*), sin llegar á desarrollarse filamentos gástricos y embudos de los tabiques, de que carecen siempre las medusas.

Caso de ser cierto el origen independiente de las medusas craspedotas y los acalefos, procediendo las primeras de la *Archihydra* y de los hidroides derivados de ella, y los segundos de los escifopólipos, como antozoos tetrámeros simplificados, podrían dividirse los cnidarios en *escifozoos*, comprendiendo en ellos los *antozoos* y las *escifomedusas*, y en *hidrozoos*, con las *hidromedusas* y los *sifonóforos*.

I. SUBCLASE. ESCIFOMEDUSAS = ACALEFOS (1). SCYPHOMEDUSÆ =
ACALEPHÆ

Medusas de considerable magnitud, con filamentos gástricos, casi siempre con lóbulos marginales en la umbrela, y cuerpos marginales ocultos. Los estados larvarios no son colonias hidroides sino formas de escifistoma y estrobila.

Las medusas de este grupo se diferencian de las del hidroide

(1) Además de las obras de Brandt, L. Agassiz, Huxley y Eysenhardt, véase Siebold: *Beitrage zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere*, 1839; M. Sars: *Ueber die Entwicklung der Medusa aurita und Cyanea capillata*. *Archiv fur Naturgesch.*, 1841; H. J. Clark: *Prodromus of the history, etc., of the order Lucernaria*, *Journ. of Bost. Soc. of Nat. hist.*, 1863; C. Claus: *Studien uber Polypen und Quallen der Adria*. *Denkschriften der k. Akad. der Wissensch.*, Viena, 1877; el mismo: *Untersuchungen uber die Organisation und Entwicklung der Acalephen*, Praga, 1883; E. Haeckel, loc. cit.

por su mayor tamaño y por el espesor de su umbrela, discoide casi siempre, y cuya gelatina abundante y con células contiene una multitud de fibrillas resistentes y de redes fibrosas elásticas, que le dan una consistencia y rigidez considerable.

Son un carácter importante de las escifomedusas las condiciones del borde de la umbrela, ordinariamente indivisa en las formas

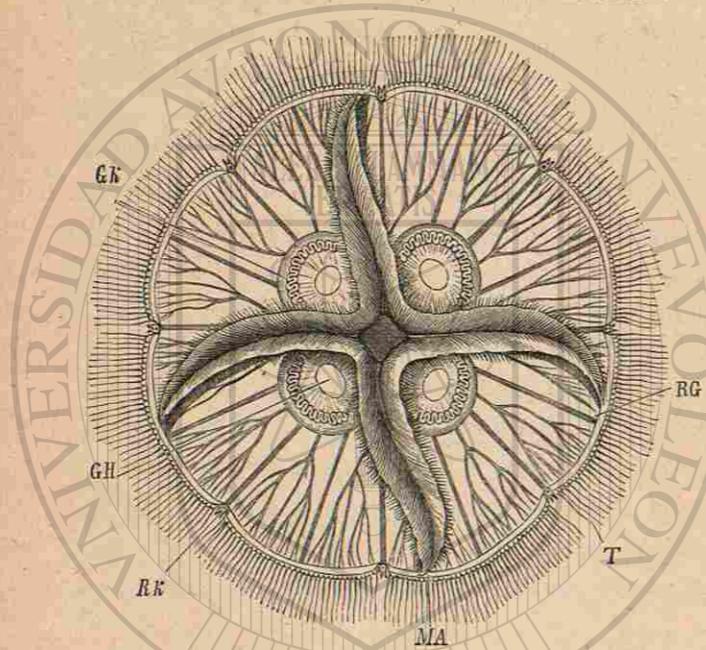


Fig. 231.—Medusa auricular (*Aurelia aurita*), vista por la cara bucal. *MA*, los cuatro brazos bucales con la abertura bucal en el centro; *Gk*, glándulas genitales; *GH*, abertura de la cavidad genital; *Rk*, cuerpos marginales; *RG*, vasos radiales; *T*, tentáculos adaptados al borde del disco.

manera de dientes marginales en los segmentos de la estrobila, y por lo menos en el estado larvario de *Ephyra*, común a todas las formas discoideas (discóforas), constituyen ocho pares de apéndices unguiformes, relativamente alargados. En los *Caribdeidos* existe una membrana marginal indivisa, *velarium*, distinta del *velum* de las *craspedotas*.

Los *acalefos* se diferencian de las medusas hidroides por la presencia de brazos bucales robustos en el extremo libre de su grueso pedículo bucal. Estos brazos bucales son vegetaciones del borde bucal que crecen en los cuatro radios de la cruz bucal (alter-

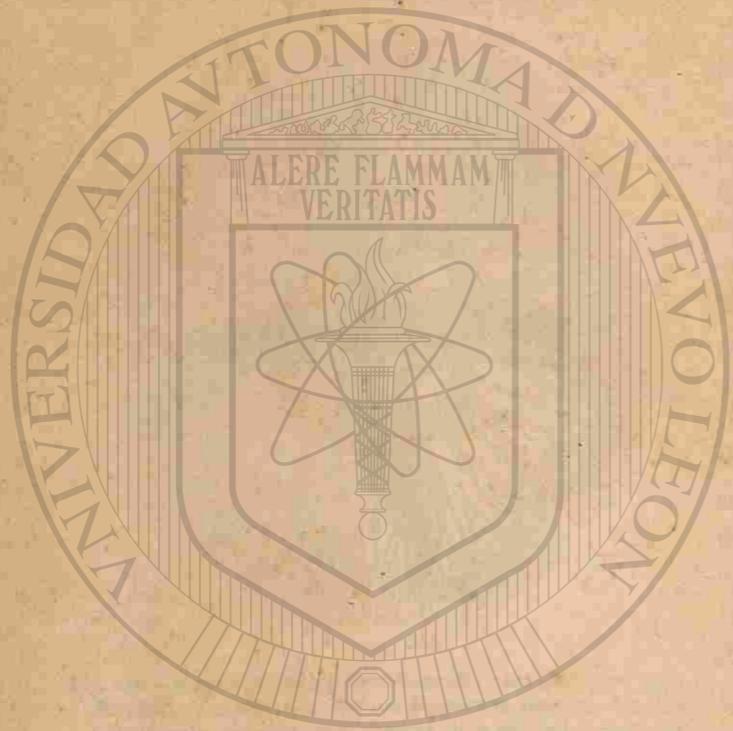
tetrámeras, y en las octómeras más elevadas dividida por incisiones en ocho grupos de lóbulos, entre los cuales se hallan situados los cuerpos marginales en excavaciones especiales (fig. 231). A semejanza del *velum* de las medusas hidroides, aparecen los lóbulos marginales de los *acalefos* como formaciones secundarias del borde del disco, que crecen a la

JANIL

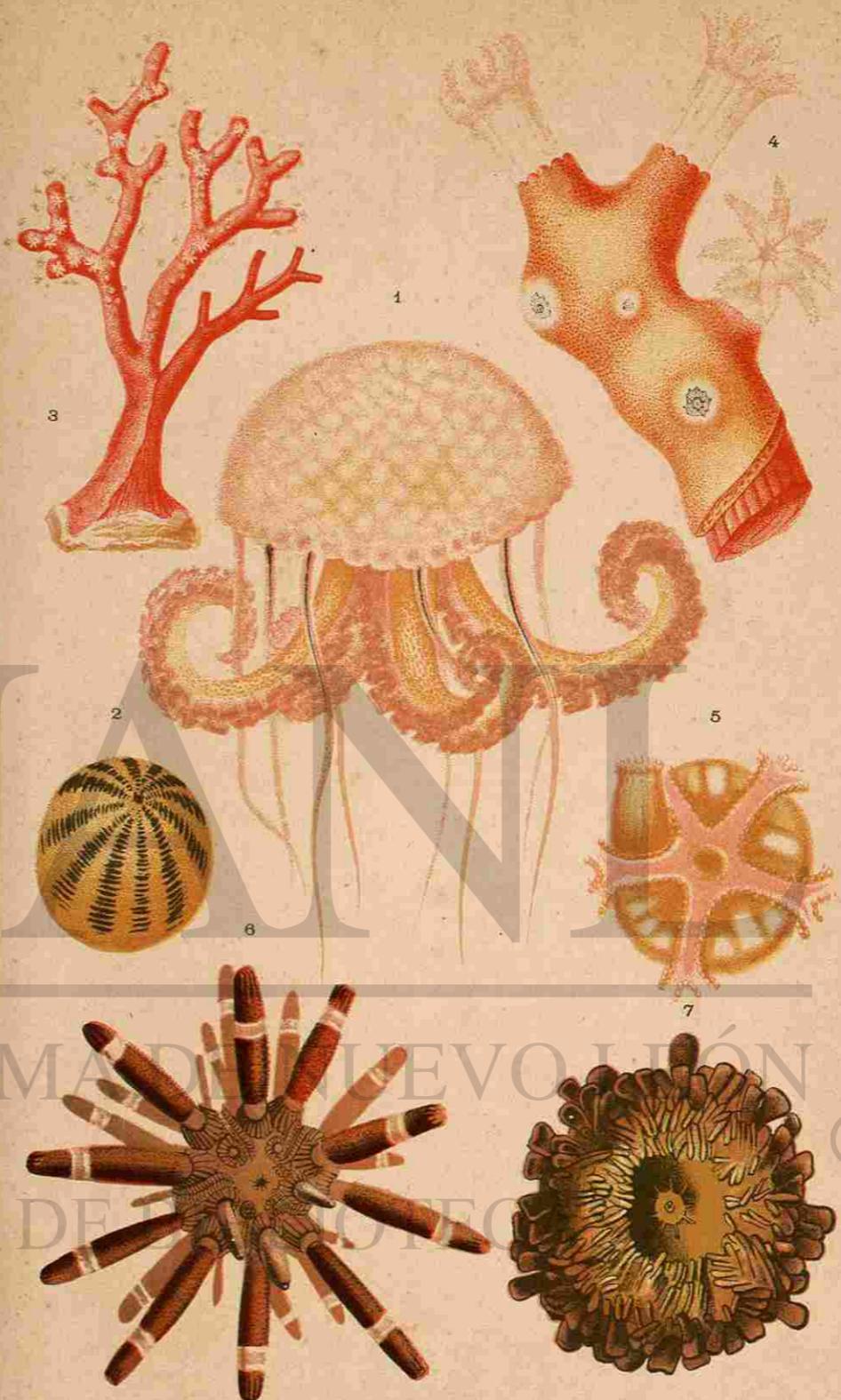
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



1. ACALEFOS: PELAGIA NOCTILUCA.—2. PÓLIPOS: ACTINIA CONTRAÍDA.—
3. PÓLIPOS ALCIONES: CORAL ROJO.—4. PORCIÓN DE CORAL ROJO (AUMENTADA).—
5. EQUINODERMOS: COMÁTULA.—6. CIDARITES.—7. ERIZO SIN COLOR

nando con los radios de los órganos genitales y de los filamentos gástricos), formando otros tantos apéndices al pedúnculo bucal. En el caso en que los brazos se bifurcan desde su principio, se forman cuatro pares de brazos, cuyos lóbulos terminales plegados se vuelven á dividir y se reparten en múltiples ramificaciones (*Rizostomas*). Ocurre, sin embargo, en períodos iniciales la adhesión del borde de la boca y de los brazos colindantes, en términos que las

partículas alimenticias en vez de penetrar por el orificio bucal que está obliterado, entran por hendiduras infundibuliformes situadas en la porción periférica de los brazos (figura 232). La conformación del aparato gastro-vascular presenta considerables

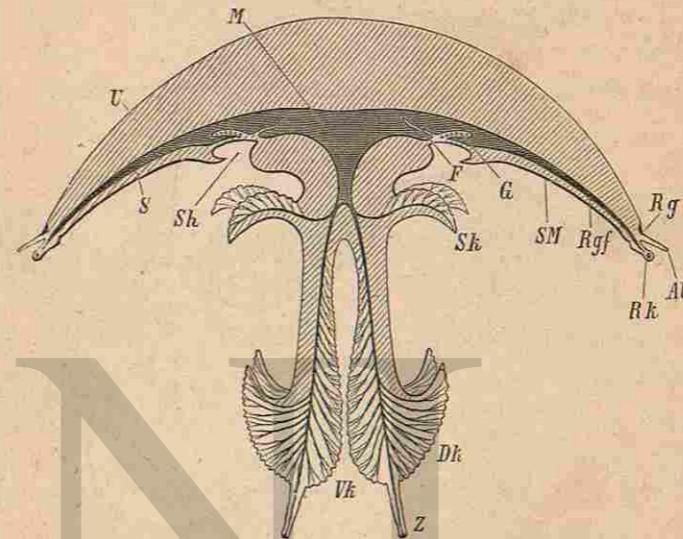


Fig. 232. - Corte vertical esquemático de un *Rhizostoma*. *U*, umbrela; *M*, cavidad gástrica; *S*, subumbrela; *G*, cinta genital; *Sh*, cavidad de la umbrela; *F*, filamentos; *SM*, músculos de la subumbrela; *Rgf*, vasos radiarios; *Rk*, cuerpos marginales; *Rg*, fosita olfatoria; *Al*, lóbulo ocular; *Sk*, repliegues escapulares; *Dk*, repliegues dorsales, y *Vk*, repliegues ventrales; *Z*, extremo terminal de los brazos.

variaciones, que en las medusas discóforas pueden considerarse como modificaciones de la estructura originaria, siempre idéntica, de la *Ephyra*. El disco aplanado de ésta, incidido en ocho pares de lóbulos marginales (fig. 235), contiene una cavidad gástrica central, en la que entra el pedúnculo bucal, cuadrangular, grueso y corto, y ocho prolongaciones canaliformes periféricas (bolsas radiales), entre las cuales llegan á formarse en el interior de la lámina vascular otros tantos conductos cortos intermedios (bolsas intermedias). Los canales vasculares radiales é intermedios se ensanchan unas veces, como en la *Pelagia* y *Chrysaora*, hasta formar *bolsas gástricas* extraordinariamente amplias y separadas sólo por estre-

chas bridas de adhesión, sin comunicación en el borde, y otras se convierten en vasos estrechísimos, entre los cuales, á medida que avanza el crecimiento, se forma en las anchas zonas de soldadura, por separación de las dos hojas de la lámina vascular, un copioso retículo de vasos anastomóticos, y en la proximidad del borde del disco un vaso anular secundario (*Aurelia, Rhizostoma*).

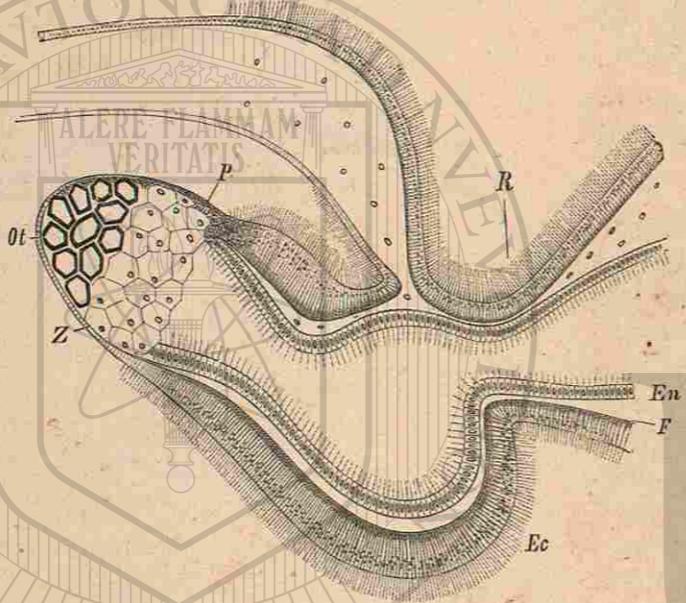


Fig. 233. - Corte transversal de la fosita olfatoria, el cuerpo marginal y su centro nervioso en la *Aurelia aurita*. R, fosita olfatoria; L, lóbulo de la umbrela, que cubre el cuerpo marginal; P, mancha ocular del cuerpo marginal; Ot, otolitos del saco auditivo; Z, células después de la disolución de sus otolitos; En, endodermo; Ec, ectodermo con la capa subyacente de fibrillas nerviosas (F). No está visible el ojo inferior.

Otro tipo, enteramente distinto, referible también á períodos tempranos de un desarrollo común (*Scyphostoma*), presenta el aparato gastro-vascular de los *calicozoos* y *teséridos*, cálicis ó campanuliforme, así como de los caribdeidos ó medusas marsupiales. La cavidad gástrica presenta como espacios periféricos accesorios no más que cuatro bolsas vasculares muy anchas y separadas por tabiques delgadísimos. Estas medusas de organización más inferior son por su estructura cuadrirradiadas, distinguiéndose de las verdaderamente cuadrirradiadas por la disposición de sus órganos periféricos, que son octorradiados (*discóforos*). Según esta distinción importante, en

relación con distintos grados de desarrollo, pueden dividirse las escifomedusas en cuadrirradiadas (*Tetrameralia*) y octorradiadas (*Octomeralia*).

Es un carácter importante de los acalefos la presencia de tentáculos vermiformes movibles, filamentos gástricos, que no se encuentran en especie alguna de las medusas hidroides. Corresponden estos filamentos á los llamados filamentos mesenteróideos de los antozoos, y como ellos contribuyen á la digestión con las secreciones de sus glándulas endodérmicas. Pertenecen siempre á la pared gástrica subumbrelar y se encuentran en los cuatro radios cruzados en ángulo recto de los órganos sexuales (radios de segundo orden), que alternan con los cuatro radios de la cruz bucal (radios de primer orden). Casi siempre acompañan en línea arqueada, única ó flexuosa, al borde interno de los órganos sexuales.

El sistema nervioso de los acalefos no ha sido conocido con exactitud hasta hace poco. Se ha reconocido que los centros del mismo están situados en el ectodermo del pedículo y base de los cuerpos marginales (fig. 233) y están formados de una capa espesa de fibrillas nerviosas en la profundidad del epitelio ectodérmico cilíndrico y ciliado, cuyas células nerviosas, alargadas en forma de bastoncillos, se encorvan en su extremidad para continuarse por sus prolongaciones fibrosas basales inmediatamente con las fibrillas nerviosas (fig. 233). Agrégase á esto un plexo nervioso periférico muy desarrollado en la musculatura de la subumbrela. Las investigaciones hasta ahora practicadas no han dado una noción decisiva respecto á la forma en que este plexo se pone en comunicación con los centros nerviosos de los cuerpos marginales, y éstos entre sí. Sólo en los caribdeidos de borde indiviso se ha podido comprobar la existencia de un anillo nervioso en la cara subumbrelar. Las antímeras del cuerpo de los acalefos disfrutan una completa autonomía, y separadas del cuerpo pueden continuar viviendo durante algún tiempo. Se consideran como órganos de los sentidos los cuerpos marginales, las depresiones en forma de fositas situadas en la cara dorsal de las cavidades de los cuerpos marginales (fosas olfatorias) (figura 233). Los cuerpos marginales derivados morfológicamente de tentáculos rudimentarios, y desarrollados ya en el estado de Efra en la cara inferior del disco, quedan cubiertos por parte del

borde del disco (de aquí el nombre de *Steganophthalmata*) y parecen asumir las funciones de aparato auditivo y visual. El primero está formado por un extenso saco de cristales procedente de células del endodermo, al paso que el ojo es una capa pigmentaria situada más abajo, cerca del pedúnculo, en la cara dorsal ó ventral (*Aurelia*) y sólo por excepción contiene una lente cuticular refringente (*Nausithoe*). En los caribdeidos alcanzan los cuerpos sensitivos el más alto grado de desarrollo; además del saco de cristales terminal contienen en la pared ensanchada en forma de ampolla del espacio vascular un órgano visual de estructura muy complicada, compuesto de cuatro ojos pares y dos grandes impares, en los cuales se distingue cristalino, cuerpo vítreo y retina.

Los cuatro órganos genitales de los acalefos saltan á la vista por su gran tamaño y por su delicada coloración. En las medusas umbreladas ó discóforas, resaltan en forma de cintas rizadas en cavidades especiales de la umbrela, llamadas cavidades genitales (de aquí la denominación de *Phanerocarpa*). Están situadas siempre en la pared subumbrelar del estómago, á cuyas expensas se han formado (figs. 231 y 232), en forma de elevaciones foliáceas. La cara superior está revestida por el epitelio gástrico, y la inferior, dirigida hacia la subumbrela, por epitelio germinativo, que llega en su ulterior desarrollo á penetrar en la gelatina de las cintas. La formación de las grandes cavidades del disco de los discóforos se debe á una proliferación local de la gelatina subumbrelar alrededor de las cavidades; en algunos casos (*Discomedusa*, *Nausithoe*) puede faltar por completo. Los productos sexuales maduros caen, por dehiscencia de las paredes, en la cavidad gástrica, y son expulsados al exterior por el orificio bucal; pero en muchos casos recorren los huevos su evolución embrionaria en el cuerpo materno, ya en los ovarios (*Chrysaora*), ya en los brazos bucales (*Aurelia*). La regla general es la separación de los sexos; pero si se exceptúa el color de los órganos genitales sólo hay pequeñas diferencias entre los individuos de uno y otro sexo, como la forma y longitud de los tentáculos (*Aurelia*). La *Chrysaora* es hermafrodita.

El desarrollo se efectúa en las medusas discoideas por generación alternante, mediante las formas nutrices de *escifistoma* y *estrobila*; por excepción es directa (*Pelagia*). No es, sin embargo,

improbable que en las medusas caliciformes y en las bursíferas (*Caribdeidas*) no exista generación alternante. Del huevo fecundado, después de terminada la segmentación total, sale una larva ciliada, en la forma llamada *Planula*, que más tarde se fija por el polo dirigido hacia adelante cuando se mueve, opuesto á la boca de la gástrula que ya está cerrada, al paso que alrededor de la boca nuevamente abierta brotan los tentáculos (fig. 234 *a-d*). Como en las actinias jóvenes aparecen primero (en el plano princi-

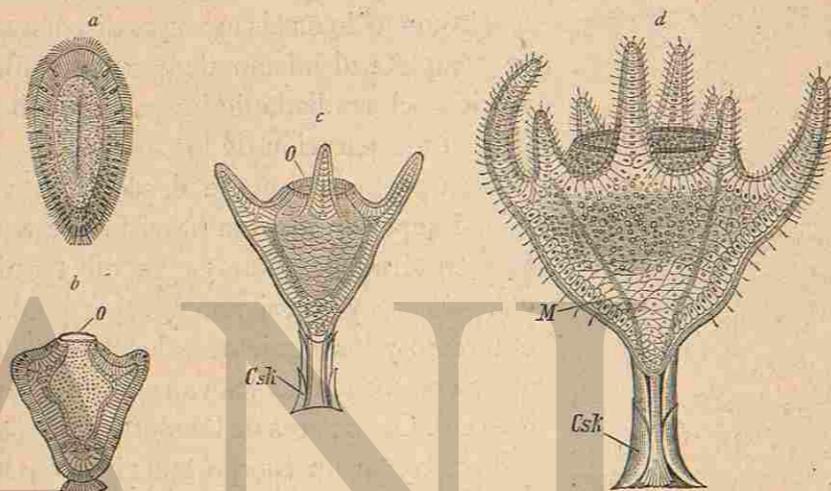


Fig. 234. - Desarrollo de la plánula de *Chrysaora* hasta la forma de escifistoma de ocho tentáculos. *a*, plánula didérmica con una hendidura gástrica estrecha; *b*, la misma después de su fijación con abertura bucal nuevamente formada (*O*), en el período de formación de los tentáculos; *c*, pólipo escifistoma con cuatro tentáculos; *Csk*, esqueleto cuticular; *d*, escifistoma con ocho tentáculos; boca extensamente abierta; *M*, músculo longitudinal de la protuberancia gástrica.

pal) dos tentáculos opuestos, pero no simultáneamente sino anticipándose el uno al otro, de modo que la larva que se disponía á formar el escifistoma presenta una conformación bilateralmente simétrica. Posteriormente brota en un plano perpendicular al del primero el segundo par de tentáculos en los radios de la cruz bucal (radios de primer orden) y luego alternativamente, en sucesión menos regular, el tercero y cuarto pares, en cuyos planos (radios de segundo orden ó radios de los filamentos gástricos y órganos genitales) se marcan pronto cuatro tuberosidades longitudinales de la cavidad gástrica. El escifistoma octotentaculador no tarda en echar otros ocho tentáculos, alternando con los ya existentes, pero en sucesión irre-

gular, y que por su situación marcan los radios intermedios de la futura medusa discoidea ó *Efira*. Después de formada la corona de tentáculos y de segregado un peridermo basal transparente (*Chrysaora*), el escifistoma es apto para la reproducción por gemmación y división. Al principio los escifistomas se reproducen al parecer sólo por gemmación, y más tarde empieza la segunda forma de reproducción ó sea el *proceso de estrobilización*, que consiste esencialmente en la estrangulación y división de la mitad superior del cuerpo en una serie de segmentos, y transforma el escifistoma en estrobila. Con este proceso sólo conocido en las medusas discóforas,

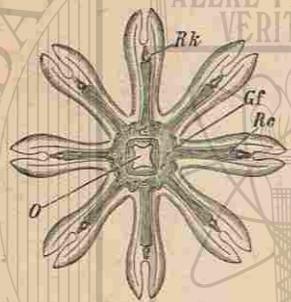


Fig. 235. - Una *Ephyra* vista por la cara bucal. *Rk*, cuerpos marginales; *Gf*, filamento gástrico; *Rc*, conducto radial; *O*, boca.

se completa al mismo tiempo la conformación octorradiada de las partes periféricas. La separación de los segmentos se efectúa progresivamente desde la extremidad superior hasta la base de la estrobila, en términos que el segmento terminal, primero, y sucesivamente el segundo, el tercero y los siguientes, después de la atrofia de sus tentáculos van quedando en libertad. Ocho pares de lóbulos alargados, cada uno con un cuerpo marginal en la escotadura de los dos lóbulos (fig. 235), constituyen el carácter del borde discóideo de la nueva *Ephyra*, que va poco á poco adquiriendo las particularidades de forma y organización de la medusa discófora adulta.

Muchas medusas pueden producir, cuando se las toca, sensaciones de quemadura, por la acción de numerosas cápsulas urticantes situadas en la superficie del disco, de los brazos bucales y de los filamentos marginales. Algunas, como la *Pelagia*, son fosforescentes. Según Panzeri la fosforescencia procede de ciertas células epiteliales, con contenido graso, situadas en la superficie.

A pesar de la finura y fácil destructibilidad de sus tejidos, se conservan restos fósiles, en forma de impresiones, de algunas medusas de gran tamaño (*Medusites circularis* y otras) en las pizarras litográficas de Sohlenhofen.

I. *Tetrameralia*. Acalefos tetrámeros con cuatro bolsas gástricas y otros tantos tabiques.

I. Suborden. *Calicozoos* = *Calycozoa* (*Cylicoza*) (1). *Medusas caliciformes*.

Acalefos caliciformes fijos casi siempre por el polo aboral, con cuatro bolsas gástricas separadas por tenues tabiques divisorios, y ocho apéndices en forma de brazos provistos de tentáculos en el borde de la umbrela.

Para formarse idea de las medusas caliciformes es el mejor medio compararlas con el escifistoma imaginándolo desprovisto de los

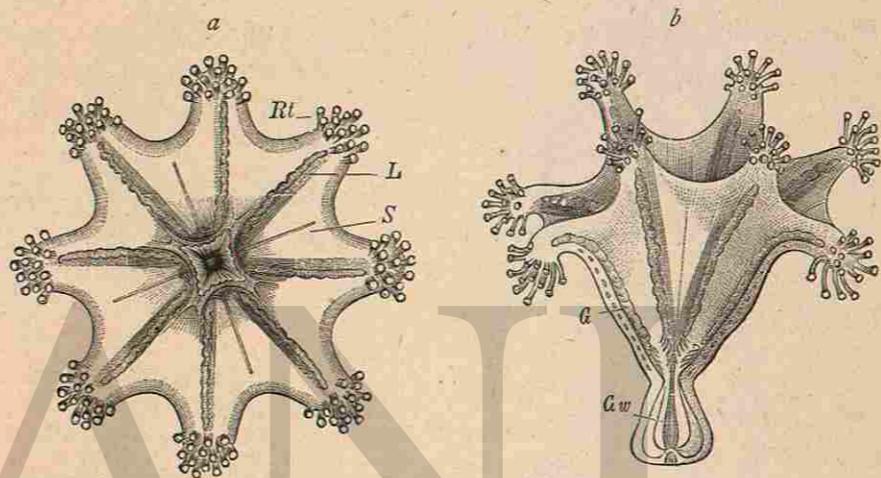


Fig. 236. - a, medusa caliciforme (*Lucernaria*) vista por la cara oral, aumentada unas ocho veces; *S*, tabiques de las cuatro bolsas gástricas; *L*, estriás musculares longitudinales con cinta genital; *Rt*, tentáculos marginales. - b, medusa caliciforme vista de lado; *G*, órgano genital; *Gw*, tuberosidad gástrica en el pedúnculo; en la base la glándula pedia.

tentáculos, que en todo caso son transitorios, alargado en forma de copa, y con algunas otras particularidades propias de la forma de medusa. Los cuatro abultamientos gástricos que llegan hasta el disco bucal, alargado en forma de embudo á modo de una subumbrela, constituyen cuatro tabiques que separan otras tantas bolsas gastro-vasculares, al paso que el borde del cáliz se divide en ocho prolongaciones sobre las cuales se desarrollan tentáculos pequeños y terminados en un botón (fig. 236). Existen, sin embargo, formas nadadoras, desprendidas por el polo aboral, que en lugar de pedúnculo tienen un apéndice terminado en punta, y son medusas

(1) V. Clark, C. Claus, E. Haeckel, l. c.

escifistomorfos, cupuliformes, con ocho ó dieciséis brazos tentaculares (*Tessera*, *Tesserantha*), y en lugar de tabiques tienen nódulos cortos que sirven de tabiques (fig. 237, *a*, *b* y *c*).

Los órganos genitales están formados por ocho cojines de cinta plegada, que se extienden por la pared oral del disco hasta los bra-

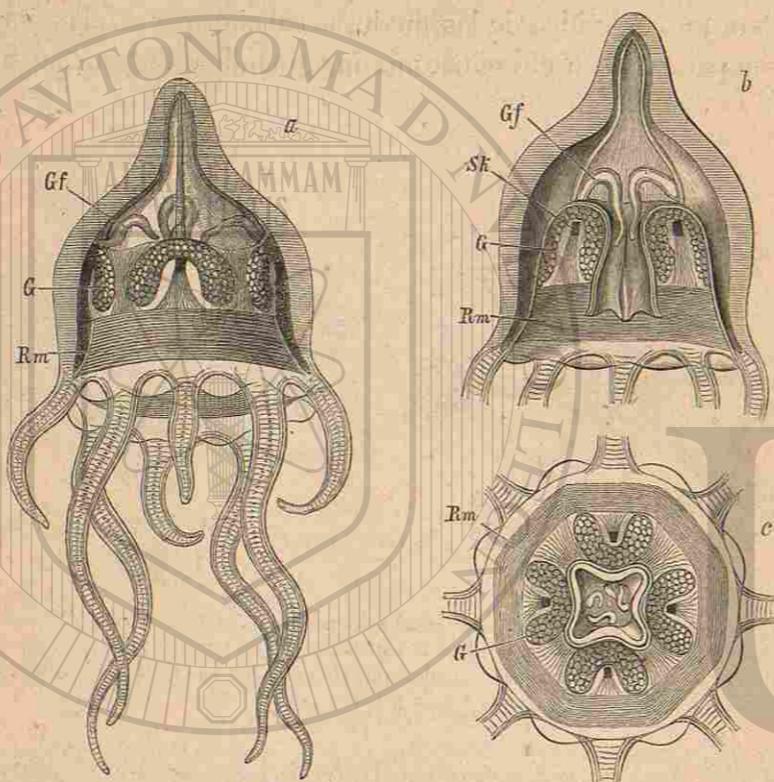


Fig. 237. - *Tessera princeps*, según Haeckel. - *a*, la medusa, aumentada veinte veces, vista por fuera; *b*, corte longitudinal por los radios de primer orden; *c*, vista por la cara subumbrelar. *Gf*, filamentos gástricos; *G*, órganos genitales; *Rm*, músculo anular; *Sk*, nódulos divisorios.

zos y se reúnen por pares en la base de cada tabique en el fondo de la cavidad gástrica.

Los huevos de las Lucernarias sufren, según Fol, segmentación total, cuyo producto es una blastosfera monodérmica. Esta se convierte en una larva oval, didérmica, que se cubre de pestañas vibrátiles, nada libremente y por último se fija. La evolución ulterior es probablemente directa, sin generación alternante.

Las medusas caliciformes son animales exclusivamente marinos

muy notables por su gran aptitud para reproducir las partes destruidas. La extremidad cortada del tallo reproduce el cáliz; individuos mutilados y porciones intermedias excindidas pueden reconstituirse hasta reproducir animales completos.

Fam. *Tesserida*.

Con músculo circular indiviso y ocho ó diez y seis tentáculos. *Tessera princeps* E. H. (fig. 237), *Tesserantha* E. H., *Depastrum cyathiforme* Gosse.

Fam. *Lucernarida*.

Con ocho brazos en el borde del disco y hacecillos de tentáculos en los brazos.

Anillo muscular dividido en ocho grupos musculares.

Lucernaria O. F.

Mull. Con cuatro bolsas radiales anchas; sin bolsas genitales y sin senos accesorios de la cavidad gástrica alternando con aquéllos

L. quadricornis O. F.

Mull., *campanulata* Lmx. *Craterolophus* Clark.

Con bolsas genitales y cuatro senos accesorios de la cavidad gástrica alternando con ellas.

C. Leuckarti Tschb. = *helgolandica* R. Lkt, Helgoland.

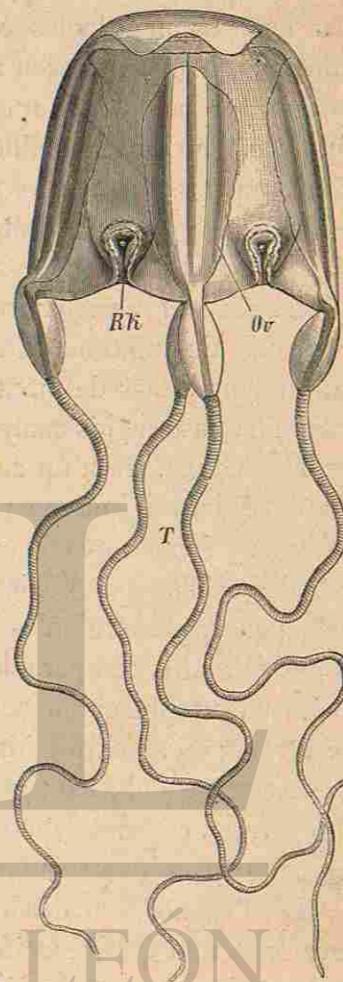
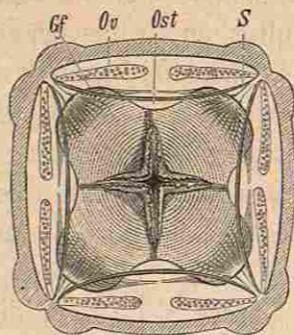
2. Suborden. *Marsupialida*, *Medusas bursiformes* (1).

Acalefos tetrámeros de forma de bolsa

cuadrilateral; con velario de borde indiviso vascularizado ó con cuatro lóbulos verticales al borde de la umbrela; cuatro cuerpos marginales cubiertos y cuatro bolsas vasculares anchas, separadas por tabiques delgados.

Fig. 238 a. - *Charybdea marsupialis*, tamaño natural. *T*, tentáculos; *Rk*, cuerpos marginales; *Ov*, ovarios.

Fig. 238 b. - La mitad correspondiente al ápice de una *Charybdea* cortada transversalmente, mirada por el lado subumbrelar. Se ven los cuatro brazos bucales; *Ov*, ovarios en los cuatro tabiques (*S*); *Ost*, orificios de las bolsas gástricas; *Gf*, filamentos gástricos.



(1) V. Claus: *Ueber Charybdea marsupialis*. *Arbeiten des zool. vergl. anatomischen Instituts*, etc., Viena, tomo I, 1879.

Las Charybdeas, notables por la profunda excavación bursiforme de la subumbrela, y colocadas antes entre las craspedotas en razón de su velario de borde indiviso, recuerdan por este carácter á las hidromedusas. La presencia de filamentos gástricos y de grandes cuerpos marginales ocultos en fositas especiales, indica, sin embargo, que pertenecen á los acalefos, opinión que se halla corroborada por la arquitectura general, que siquiera sea tetrámera, reproduce con ciertas modificaciones las condiciones de los lucernáridos. Como en éstos, son los senos gástricos extensas bolsas separadas por tabiques delgados (estriás de soldadura de la lámina vascular) (figura 238 a y b).

El sistema nervioso se parece al de las hidromedusas por la presencia de anillo nervioso bien marcado. Este anillo corre por el lado subumbrelar de la campana, y alejándose más del borde de ella en la base de los cuatro cuerpos marginales que en las aristas de la campana, traza un zizás muy marcado. Las fibras nerviosas que de él parten inervan principalmente la musculatura de la subumbrela y forman en ella numerosos plexos fibrilares que contienen grandes células gangliónicas fusiformes. Sólo en los cuatro radios de los cuerpos marginales ha sido posible comprobar grandes cordones fibrilares comparables á nervios. Los mencionados cuerpos marginales representan, como órganos sensitivos, un alto grado de desarrollo; en su extremidad terminal, abultada en forma de cabezuela, además del saco terminal de cristales, hay un aparato visual complicado, con dos grandes ojos impares en la línea media y cuatro pequeños ojos pares laterales.

Los órganos sexuales independientes de los filamentos gástricos presentan una conformación sumamente variable. Son láminas delgadas, y bastante anchas, pareadas, fijas á los lados de los cuatro tabiques divisorios, y que ocupan toda la longitud de las bolsas gástricas. Desgraciadamente no se conocen hasta ahora los detalles del proceso evolutivo.

Fam. *Charybdeidae*. *Charybdea marsupialis* Per. Les. (*Marsupialis Planci* Les.), Mediterráneo (fig. 238).

II. *Octomeralia*. Acalefos octómeros. Con óctuple repetición de las partes periféricas, según el tipo de la *Ephyra*.

3. Suborden. *Discophora (Acraspeda)* (1). *Medusas discoideas, Efiromedusas*.

Acalefos en forma de disco, con umbrela octómera de borde lobulado, casi siempre con ocho cuerpos submarginales alojados en fositas, é igual número de pares de lóbulos ovulares; por regla general con cuatro grandes cavidades para los órganos genitales en la umbrela.

Las medusas discóforas, mal llamadas de ordinario acalefos, se distinguen de los *calicozoos* y *caribdeidos* por la forma plana y más discoidea de la umbrela, por la lobulación del borde del disco, y por la dimensión de los brazos bucales. Sólo por excepción conserva la umbrela la forma de campana, con una organización interior más simple, semejante á los *calicozoos* (perifilidos). Aunque haya algunas diferencias en la organización y en la lobulación del borde de la umbrela, siempre se conservan en ésta los ocho pares de lóbulos de la *Ephyra*, punto de partida común de todos los discóforos, que presentan de una manera más ó menos completa la arquitectura octómera (fig. 235). Los mismos *perifilidos*, que presentan aún restos de tabiques en cuatro nódulos á ellos correspondientes, y poseen cuerpos marginales solamente en los radios de segundo orden, se pueden referir á esta misma forma fundamental. En armonía con la magnitud considerable del cuerpo, presenta la musculatura estriada de la umbrela un desarrollo robusto, y por debajo de ella forma la lámina de sustentación pliegues circulares estrechamente adaptados unos á otros, merced á los cuales el epitelio muscular abarca al extenderse una superficie mucho más amplia.

Los órganos sexuales sobresalen en forma de cuatro cintas rizadas, en cuatro cavidades subumbrelares ampliamente abiertas (figura 239), que sólo en los *Efirópsidos* y en algunos otros casos excepcionales (*Discomedusa*) no llegan á completo desarrollo. El epitelio germinativo, que está revestido de una capa endodérmica continua, es considerado como una formación endodérmica. La evolución se efectúa por generación alternante. Sólo en casos raros

(1) Además de Brandt, L. Agassiz, Claus, E. Haeckel, loc. cit., véase R. de Lendenfeld: *Die Cölenteraten der Südsee*. *Zeitsch. für wiss. Zool.*, tomos XXXVII y XLVII; E. Vanhoffen: *Untersuchungen über semæostome und rhizostome Medusen*. *Bibliotheca zoologica*, parte II, 1888.

(*Pelagia*) se simplifica la evolución convirtiéndose directamente la larva en *Ephyra* sin pasar por los estados fijos de *escifistoma* y *estrobila* (Krohn).

1. *Cathamnata*. Con cuatro restos de tabiques en los radios de segundo orden; surco anular profundo por encima de la corona de lóbulos, y estrías de soldadura en medio de los lóbulos de la umbrela.

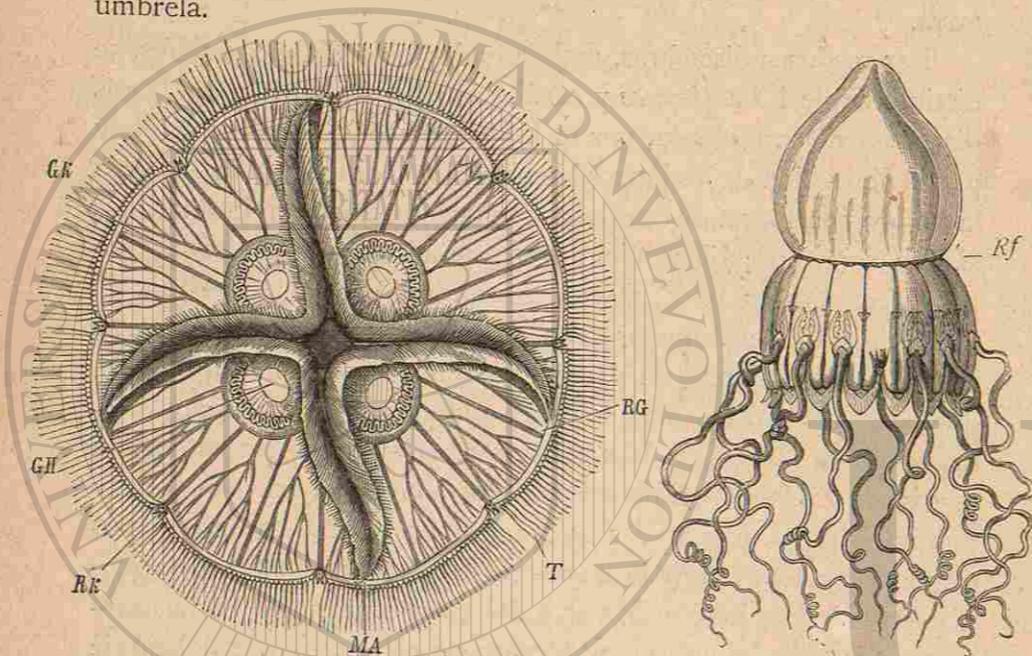


Fig. 239. - Medusa auricular (*Aurelia aurita*) vista por la cara bucal. MA, brazos bucales con la abertura bucal en el centro; GK, cintas genitales; GH, abertura de los órganos genitales; Rk, cuerpos marginales; RG, vasos radiales; T, tentáculos en el borde de la umbrela.

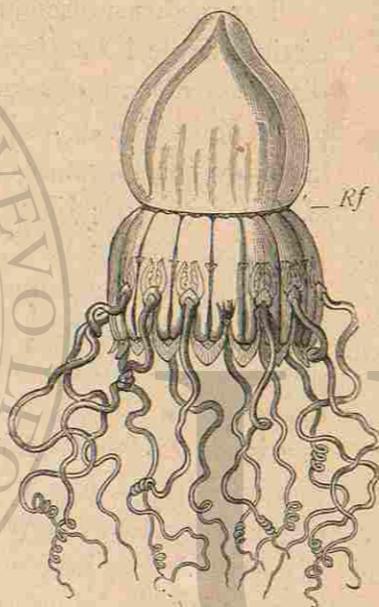


Fig. 240. - *Periphylla hyacinthina*, según E. Haeckel. Rf, surco anular entre la corona de lóbulos y el cono de la umbrela.

Fam. *Periphyllidae*. Umbrela en forma de campana alta con un surco anular que separa la corona de los lóbulos del cono de la umbrela; cuatro nudosidades tabicarias y cuatro cuerpos marginales en los radios de segundo orden, y con tentáculos huecos (fig. 240). Corona de lóbulos con un surco anular profundo en la mitad de cada lóbulo, que corresponde á una soldadura de las paredes gástricas umbrelar y subumbrelar. *Pericarpa quadrigata* E. H., con cuatro filamentos marginales, Antártico. *Periphylla hyacinthina*, Steenstr., con doce filamentos marginales, Groelandia.

Fam. *Ephyropsidae*. Disco pequeño, efriforme, con cuatro nódulos tabicarios y diez y seis bolsas gástricas comunicantes, separadas por otras tantas estrías de soldaduras delgadas; sin brazos bucales desarrollados, y ocho filamentos radiales. Los órganos genitales, en forma de herradura ó divididos en pares, no están alojados en las cavidades de la umbrela. *Ephyropsis* Ggbr. (*Nausithoe* Koll.), *E. pelagica* Koll., Mediterráneo y Adriático.

2. *Acathamnna*. Sin nódulos tabicarios, pero con filamentos gástricos; con bolsas gástricas anchas ó conductos vasculares estrechos y ramificados.

a) *Semæostomeæ*. Con gran abertura bucal central y cuatro brazos bucales muy visibles y frecuentemente lobulados; filamentos marginales en los lóbulos, muy diversamente conformados, del borde de la umbrela.

Fam. *Pelagiidae*. Bolsas gástricas anchas y filamentos largos entre los lóbulos de la umbrela. *Pelagia* Per. Les. Ocho filamentos marginales largos en los radios intermedios, sin generación alternante. *P. noctiluca* Per. Les. Mediterráneo. *Chrysaora* Per. Les., con veinticuatro filamentos marginales largos; bolsas gástricas radiales é intermedias, notablemente distintas. *Chr. hysocella* Esch. Hermafroditas. Mar del Norte y Adriático.

Fam. *Cyaneidae*. Bolsas anchas gástricas y filamentos prensiles reunidos en manojos en la cara inferior del disco, que es grueso y profundamente lobulado. *Cyanea* Per. Les. Con diez y seis bolsas radiales (ocho radiales y ocho intermedias) más ó menos anchas que en su extremo, se continúan con los vasos en zizás ó arborizados de los lóbulos marginales. *C. capillata* Esch.

Fam. *Aureliidae*. Vasos radiales ramificados. *Discomedusa* Cls. Con brazos bucales muy visibles y veinticuatro filamentos marginales; sin cavidades umbrelares para los órganos genitales. *D. lobata* Cls. Adriático. *Aurelia* Per. Les. Tentáculos en forma de franja en el borde de la umbrela. *A. aurita* L. (*Medusa aurita*), Báltico, mar del Norte y Adriático (fig. 239). *A. flavidula* Ag. Costas de Norte América.

b) *Rhizostomeæ*. Sin abertura bucal central; con hendiduras infundibuliformes en los ocho brazos bucales, y ocho, rara vez doce, cuerpos marginales en el borde lobulado de la umbrela. Entre cada dos lobulillos con cuerpos marginales, ocho lobulillos intermedios. No hay filamentos marginales. En las formas larvarias derivadas de la Efrira subsiste durante mucho tiempo la boca, que se cierra más tarde por la soldadura de los bordes labiales. Al principio sólo existen cuatro brazos (fig. 241), en cuyos bordes brotan muy pronto pequeños tentáculos. Más tarde las dos mitades laterales y la porción terminal de los tentáculos se repliegan hacia el vientre, y

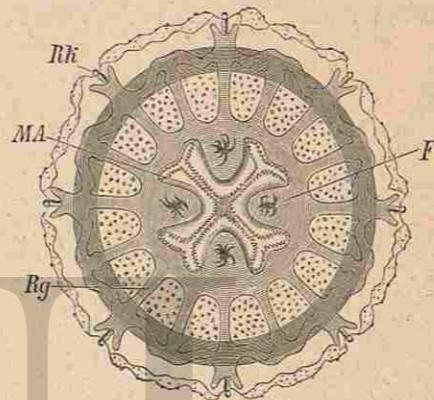


Fig. 241. - Larva de *Rhizostoma* de cuatro milímetros de diámetro con brazos bucales simples aún y sin soldar, y gran abertura bucal central. MA, brazos bucales; Rg, vasos radiales; Rk, cuerpos marginales; F, filamentos gástricos.

los dos ángulos de cada brazo se prolongan formando brazos secundarios, constituyendo así cuatro pares de brazos. En último término los bordes plegados de los cuatro pares de brazos forman hendiduras infundibuliformes, presuntos chupadores bucales, mediante los cuales penetran los cuerpecillos microscópicos en el sistema de ranuras y conductos de los brazos bucales (fig. 232).

Fam. *Rhizostomidae*. *Rhizostoma* Cuv. Los brazos terminan por apéndices simples tubuliformes y llevan en la base repliegues accesorios. *Rh. Cuvieri* Per. Les.

Fam. *Cassiopeidae*. Brazos bucales múltiplemente ramificados, con botones urticantes y filamentos largos entre los repliegues terminales. *Cotylorhiza* Ag., *C. tuberculata* Esch. (*Cassiopea borbonica* Delle Ch.), Mediterráneo y Adriático.

II. SUBCLASE. HIDROMEDUSAS=HYDROMEDUSÆ (1)

Colonias pequeñas de pólipos sin tubo gástrico ni repliegues mesenteróideos, con yemas medusoides sexuadas ó medusas pequeñas con velo marginal (craspedotas) como animales sexuados.

Los pólipos y formas polipoides son las generaciones agamas y forman pequeñas colonias musgosas ó dentríticas, envueltas á menudo por tubos quitinosos ó córneos (esqueleto cuticular) que pueden ensancharse y formar receptáculos caliciformes alrededor de cada pólipo. En el interior del tronco y de las ramas hay un conducto central que comunica con la cavidad gástrica de todos los pólipos y apéndices polipoides y contiene el jugo nutricio común.

Los pólipos carecen de tubo gástrico y de tabiques divisorios de la cavidad gástrica ciliada. Por regla general el endodermo y el ectodermo son simples y sólo se hallan separados por una lámina de sustentación interyacente, que no contiene elemento alguno celular. Es frecuente la presencia de fibras musculares longitudinales; unas veces son prolongación inmediata de las células epitelicas del ectodermo (*Hydra*, *Podocoryna*); otras forman separadamente una capa propia de fibro-células nucleadas en la profundidad del epitelio

(1) L. Agassiz: *Contributions to the Natural History of the United States of America*, vols. III-IV, 1860-1862; G. J. Allman: *A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids*, vols. I y II, Londres, 1871-1872; N. Kleinenberg: *Hydra*, Leipzig, 1872; Weismann: *Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen*, Jena, 1883; además: E. Haeckel, loc. cit.

(*Hydractinia*, *Tubularia*). No siempre son iguales todos los pólipos; en primer término se encuentran al lado de los pólipos nutricios pólipos prolíferos, que producen en sus paredes las yemas sexuales. Los pólipos estériles pueden también ser diferentes entre sí, y en este caso se encuentran los zooides espirales y tentaculares, desprovistos de boca y de tentáculos, y los esqueléticos, notables por el gran desarrollo de su esqueleto cuticular; encontramos por lo tanto preluado en los hidroides el polimorfismo de los sifonóforos (*Podocoryna*, *Plumularia*) (figura 242). Sólo por excepción se producen en el cuerpo mismo del pólipo y en su ectodermo los productos sexuales. Faltan en este caso animales sexuados medusoides, ya sea á consecuencia de una completa regresión de sus bosquejos embrionarios, ó bien porque no han llegado á formarse y se conserva el estado originario de los cnidarios simplicísimos (*Archhydra*). En la mayoría de los casos son medusas discoides pequeñas y desprendidas (*Campularia gelatinosa* Jen.,

Sarsia tubulosa), las que más tarde ó más temprano, á menudo después de mucho tiempo de vida libre y de grande aumento de tamaño con metamorfosis, se hacen fecundas, y son las portadoras de la materia sexual, ó de yemas medusoides derivadas de la atrofía de aquélla, y que en grado diverso llevan impresa la estructura de las medusas. En este último caso, cuando la organización llega á un grado elevado, se encuentra en la periferia del brote una capa envolvente con lámina vascular continua ó con vasos radiarios más ó menos desarrollados (*Tubularia coronata*, *Eudendrium ramosum* van Ben.); en los casos más sencillos los individuos gemmiformes de la generación sexual reciben un apéndice de la cavidad

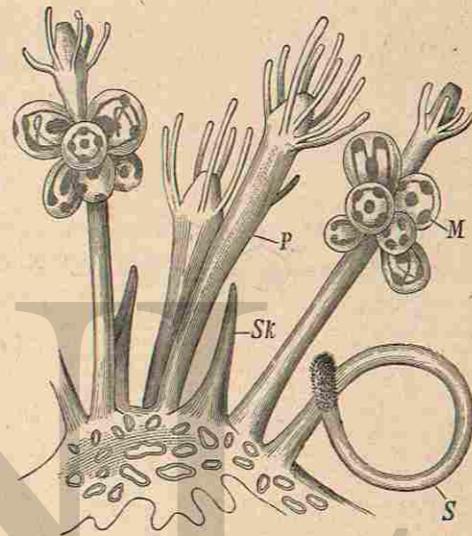


Fig. 242. - *Podocoryna carnea*, según C. Grobben. P, pólipos; M, yemas medusoides sobre pólipos prolíferos; S, zoóide espiral; Sk, pólipo esquelético (véase la medusa desprendida, fig. 193).

los dos ángulos de cada brazo se prolongan formando brazos secundarios, constituyendo así cuatro pares de brazos. En último término los bordes plegados de los cuatro pares de brazos forman hendiduras infundibuliformes, presuntos chupadores bucales, mediante los cuales penetran los cuerpecillos microscópicos en el sistema de ranuras y conductos de los brazos bucales (fig. 232).

Fam. *Rhizostomidae*. *Rhizostoma* Cuv. Los brazos terminan por apéndices simples tubuliformes y llevan en la base repliegues accesorios. *Rh. Cuvieri* Per. Les.

Fam. *Cassiopeidae*. Brazos bucales múltiplemente ramificados, con botones urticantes y filamentos largos entre los repliegues terminales. *Cotylorhiza* Ag., *C. tuberculata* Esch. (*Cassiopea borbonica* Delle Ch.), Mediterráneo y Adriático.

II. SUBCLASE. HIDROMEDUSAS=HYDROMEDUSÆ (1)

Colonias pequeñas de pólipos sin tubo gástrico ni repliegues mesenteróideos, con yemas medusoides sexuadas ó medusas pequeñas con velo marginal (craspedotas) como animales sexuados.

Los pólipos y formas polipoides son las generaciones agamas y forman pequeñas colonias musgosas ó dentríticas, envueltas á menudo por tubos quitinosos ó córneos (esqueleto cuticular) que pueden ensancharse y formar receptáculos caliciformes alrededor de cada pólipo. En el interior del tronco y de las ramas hay un conducto central que comunica con la cavidad gástrica de todos los pólipos y apéndices polipoides y contiene el jugo nutricio común.

Los pólipos carecen de tubo gástrico y de tabiques divisorios de la cavidad gástrica ciliada. Por regla general el endodermo y el ectodermo son simples y sólo se hallan separados por una lámina de sustentación interyacente, que no contiene elemento alguno celular. Es frecuente la presencia de fibras musculares longitudinales; unas veces son prolongación inmediata de las células epitéllicas del ectodermo (*Hydra*, *Podocoryna*); otras forman separadamente una capa propia de fibro-células nucleadas en la profundidad del epitelio

(1) L. Agassiz: *Contributions to the Natural History of the United States of America*, vols. III-IV, 1860-1862; G. J. Allman: *A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids*, vols. I y II, Londres, 1871-1872; N. Kleinenberg: *Hydra*, Leipzig, 1872; Weismann: *Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen*, Jena, 1883; además: E. Haeckel, loc. cit.

(*Hydractinia*, *Tubularia*). No siempre son iguales todos los pólipos; en primer término se encuentran al lado de los pólipos nutricios pólipos prolíferos, que producen en sus paredes las yemas sexuales. Los pólipos estériles pueden también ser diferentes entre sí, y en este caso se encuentran los zooides espirales y tentaculares, desprovistos de boca y de tentáculos, y los esqueléticos, notables por el gran desarrollo de su esqueleto cuticular; encontramos por lo tanto preluado en los hidroides el polimorfismo de los sifonóforos (*Podocoryna*, *Plumularia*) (figura 242). Sólo por excepción se producen en el cuerpo mismo del pólipo y en su ectodermo los productos sexuales. Faltan en este caso animales sexuados medusoides, ya sea á consecuencia de una completa regresión de sus bosquejos embrionarios, ó bien porque no han llegado á formarse y se conserva el estado originario de los cnidarios simplicísimos (*Archhydra*). En la mayoría de los casos son medusas discoides pequeñas y desprendidas (*Campularia gelatinosa* Ben.,

Sarsia tubulosa), las que más tarde ó más temprano, á menudo después de mucho tiempo de vida libre y de grande aumento de tamaño con metamorfosis, se hacen fecundas, y son las portadoras de la materia sexual, ó de yemas medusoides derivadas de la atrofía de aquélla, y que en grado diverso llevan impresa la estructura de las medusas. En este último caso, cuando la organización llega á un grado elevado, se encuentra en la periferia del brote una capa envolvente con lámina vascular continua ó con vasos radiarios más ó menos desarrollados (*Tubularia coronata*, *Eudendrium ramosum* van Ben.); en los casos más sencillos los individuos gemmiformes de la generación sexual reciben un apéndice de la cavidad

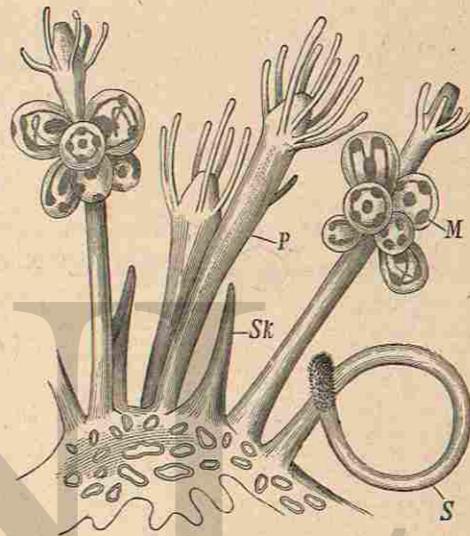


Fig. 242. - *Podocoryna carnea*, según C. Grobben. P, pólipos; M, yemas medusoides sobre pólipos prolíferos; S, zoóide espiral; Sk, pólipo esquelético (véase la medusa desprendida, fig. 193).

gástrica de su portador polipiforme, ó del conducto axial de la colonia hidroide, alrededor del cual se acumulan los productos sexuales (*Hydractinia echinata*, *Clava squamata*).

Las medusas hidroides se diferencian de las *acalefas* por su escaso tamaño (algunas, como la *Equorea*, pueden, sin embargo, medir más de un pie de diámetro) ó por la mayor sencillez de su organización; tienen un número menor de vasos radiarios (cuatro, seis ú ocho), cuerpos marginales desnudos, no cubiertos por lóbulos cutáneos (de aquí el nombre de *Gymnophthalmata*, Forbes), y una orla musculosa marginal, *velum* (de aquí la denominación de *Craspedota*, Gegenbaur) (fig. 243).

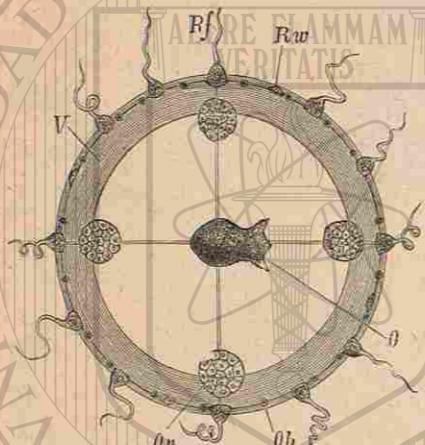


Fig. 243. - *Phialidium variable*, presentado por la cara subumbrelar. *V*, velum; *O*, boca; *Ov*, ovarios; *Ob*, vesícula auditiva; *Rf*, filamentos marginales; *Rw*, eminencias marginales.

Los productos sexuales se forman en la pared de los conductos radiales ó del pedúnculo gástrico, siempre á expensas del ectodermo, y no como en las escifomedusas en el lado gástrico de cavidades subumbrelares.

La substancia gelatinosa hialina de las medusas discoideas está, en general, desprovista de estructura y carece de elementos celulares; pero puede estar atravesada por fibras verticales, cuya forma-

ción puede considerarse relacionada con el génesis del disco gelatinoso, como producto de secreción de los epitelios endo y ectodérmicos adyacentes.

El anillo nervioso, situado junto al borde de la umbrela, está cubierto por un epitelio sensitivo de células pequeñas dotadas de pelos vibrátiles, y aparece como un doble cordón fibroso con células gangliónicas. El más voluminoso, ó sea el *nervio anular superior*, corre por encima del velo, y el más delgado, ó *nervio anular inferior*, está situado en la cara inferior del mismo. El último contiene fibras y células gangliónicas más voluminosas é inerva la musculatura del *velum* y la subumbrela con hacecillos de fibrillas, que se abultan de nuevo formando células gangliónicas, y entre el

epitelio muscular y la capa fibrosa forman un plexo subepitelico.

Del anillo nervioso superior, en el cual predominan las células gangliónicas más pequeñas, salen hacecillos de fibras para los tentáculos, al paso que las fibrillas de los nervios sensitivos pueden proceder de ambos nervios anulares. Los cuerpos marginales, considerados desde hace mucho tiempo como órganos de los sentidos, son manchas oculares (ocelos) ó vesículas auditivas. Las medusas hidroides son, por lo tanto, oceladas ó vesiculadas.

En las últimas, la vesícula auditiva corresponde al borde de la umbrela del lado subumbrelar y contiene una ó varias concreciones formadas en las células. Cada célula de las que contienen concreciones tienen adyacentes unas células sensitivas especiales, cuyos pelos auditivos, arqueados, están en contacto con ella. En la base de cada célula

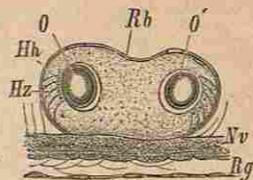


Fig. 244. - Vesícula marginal con anillo nervioso y vaso anular del *Octorchis*, según O. y R. Hertwig. *Rb*, vesícula marginal; *O*, *O'*, dos otolitos; *Hs*, células auditivas; *Hh*, pelos auditivos; *Nv*, anillo nervioso superior; *Rg*, vaso anular (tipo del órgano auditivo de los vesiculados).

auditiva hay una fibrilla nerviosa (fig. 244). Los órganos auditivos de las *Traquimedusas* están situados encima del *velum* en el anillo nervioso superior, y son unas veces masas pequeñas salientes y libres, con otolitos formados en las células endodérmicas y con células auditivas ectodérmicas (*Trachynema*), y otras como en la *Geryonia* formaciones vesiculares engastadas en la gelatina y compuestas de iguales grupos celulares (fig. 245).

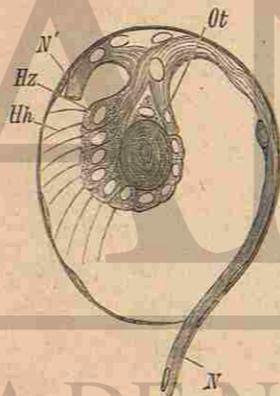


Fig. 245. - Vesícula auditiva de *Geryonia* (*Carmarina*), según O. y R. Hertwig. *N* y *N'*, nervios aferentes; *Ot*, otolito; *Hs*, células auditivas; *Hh*, pelos auditivos (tipo del órgano auditivo de la *Trachymedusa*).

Domina en general la separación de los sexos, y son raros los ejemplos de dioecia (*Tubularia*). A veces se observa en las medusas la formación de yemas (*Sarsia proliferata*) ó la división (*Stomobrachium mirabile*). Las formas larvianas parásitas del *Cunina* pueden producir por gémación espigas de yemas en las *Gerionidas*.

Las células germinativas parecen proceder siempre del ectodermo, por más que no pocas veces, gracias á sus movimientos

amiboideos, se trasladan desde su sitio primitivo al endodermo. En su origen han podido estar situadas en el pedúnculo bucal, ya que aún actualmente el epitelio germinativo llega en muchos casos á madurez en el ectodermo. De él se han desviado en el curso del desarrollo filogenético hacia la periferia á los conductos radiarios, y en caso de regresión de la medusa á yema medusoide, al parénquima de la colonia. Así se puede explicar, según Weismann, que en la evolución ontogenética de muchos hidroides se forme el epitelio germinativo en la colonia y emigre más tarde á las yemas medusoides, donde llega á madurez.

El desarrollo del huevo, en general desprovisto de membrana vitelina, ha sido recientemente estudiado por E. Metschnikoff (1). Efectúase siempre, á lo que parece, una segmentación total, que determina la formación de un blastodermo monodérmico en una cavidad espaciosa de segmentación. Esta formación produce una segunda capa celular endodérmica, como revestimiento interno de la cavidad gástrica, casi siempre por proliferación polar (*Æquorea*). La larva esférica ú oval, ó bien se fija para convertirse por gemmación en una colonia pequeña de hidroides, ó se desarrolla directamente en medusa nadadora (*Trachymedusa*).

Las medusas libres experimentan después de su desprendimiento una transformación ulterior que consiste no sólo en un cambio de forma de la umbrela, que se amplía, y del pedúnculo bucal, sino también en la multiplicación de los filamentos marginales (*Tima*) y hasta de los conductos radiales (*Æquorea*). Ocurre también que la medusa hidróidea, sexuada y adulta, presenta notables variaciones en cuanto á su tamaño, número de cuerpos marginales y tentáculos (*Phialidium variabile*, *Clytia volubilis*).

Aumenta las dificultades de la clasificación de estos animales la circunstancia de que colonias de pólipos muy afines pueden producir formas sexuadas muy diversas; los *Monocaulus* por ejemplo producen yemas sexuales sesiles y la *Corymorpha* medusas que se desprenden (*Steenstrupia*). Medusas de idéntica estructura, que podrían incluirse en el mismo género, son engendradas por colonias hidroides de diferentes familias (*isogonismo*). De aquí que sea igualmente

(1) E. Metschnikoff: *Embryologische Studien an Medusen*, Viena, 1886.

inaceptable tomar como base de clasificación exclusivamente la generación sexual ó la generación agama.

I. Orden. *Archhydræ*. Animales aislados, ó pólipos pequeños que pueden producir esqueleto cuticular calcificado, con huevos y zoospermos en el cuerpo del pólipo, sin generación sexuada medusoide.

1. Suborden. *Hydridae*. Pólipos pequeños solitarios, sin tubitos cuticulares, con tentáculos huecos y substancias sexuales de ambos géneros en el ectodermo del mismo cuerpo del pólipo.

Fam. *Hydridae*. *Hydra* L., pólipo de agua dulce. *H. viridis* L., *H. fusca* L., notable por su extraordinario poder de reproducción. En verano se reproduce por gemmación y en otoño sexualmente.

2. Suborden. *Hydrocorallia*. Colonias de hidroides semejantes á las coralarías, de esqueleto cuticular calcificado; cenenquima formado de una red tubulosa con células que se abren en poros superficiales, parte para grandes pólipos nutricios, parte para individuos sin boca y con tentáculos que están agrupados en gran número circularmente alrededor de cada individuo nutricio.

Fam. *Milleporida*. *Millepora* L., *M. alcornis* L.

Fam. *Stylasterida*. *Stylaster sanguineus* M. Edw. H., *Allopora oculina* Ehrbg.

II. Orden. *Hydroidea*. Colonias hidroides pequeñas con generación sexual medusoide que permanece sesil ó representa medusas craspedotas. Las colonias son, por lo menos, dimorfas, pero pueden también ser polimorfas. Pueden faltar por completo y desarrollarse las medusas directamente.

1. Suborden. *Tubularia* (*Ocellata*, medusas con manchas oculares). Colonias de pólipos desnudos ó cubiertos de peridermo quitinoso, sin células caliciformes (*hidrotecas*) alrededor de las cabezuelas de los pólipos. Las yemas sexuales brotan en el cuerpo del pólipo ó en la ramificación del polípero. Las medusas que se desprenden son medusas oceladas de los géneros *Oceania*, *Sarsia*, etc., con órganos sexuales en la pared del pedúnculo gástrico.

Fam. *Clavida*. Colonias con peridermo quitinoso; pólipos en forma de clava con tentáculos simples, filiformes y diseminados. Las yemas sexuadas se desarrollan en el cuerpo del pólipo y se mantienen sesiles casi siempre. *Coralyphora* Allm. Colonia ramificada, con estolones que se extienden sobre los cuerpos extraños. Gonóforos ovales dióicos. En agua dulce. *C. lacustris* Allm., *albicola* Kirchn., Elba, Schleswig. Son géneros marinos el *Clava* O. F. Mull. Son afines á ellos los *Eudendridos*,

Eudendrium ramosum L., y los *Corinidos* con el *Syncoryne Sarsii* Lov. y *Cladonema radiatum* Duj.

Fam. *Hydractinidae*. Colonias con expansión plana del cenenquima y secreciones esqueléticas fuertemente incrustadas. Los pólipos son claviformes, con una simple corona de tentáculos. Al lado de ella hay polipoides tentaculiformes largos (zooides espirales). *Hydractinia* van Ben. Yemas medusoides sesiles en individuos prolíferos desprovistos de tentáculos. *H. echinata* Flem., *Podocoryna* Sars. Las yemas sexuadas quedan libres en forma de oceánidas. *P. carnea* Sars. (figs. 242 y 180).

Fam. *Tubularidae*. Colonias de pólipos cubiertos de peridermo quitinoso; los pólipos tienen dentro de la corona externa de tentáculos un círculo interno de tentáculos filiformes sentados sobre la trompa. Las yemas sexuadas brotan entre los dos círculos de tentáculos. *Tubularia* L. Las colonias hidroides forman prolongaciones radiciformes reptantes sobre las cuales se elevan ramas simples ó ramificadas con las cabezuelas de los pólipos en su extremo; yemas sexuadas. *T. (Thamnocnidia) Ag.) coronata*, dióica. *Corymorpha* Sars. El pedúnculo de cada pólipo aislado, envuelto en un peridermo gelatinoso, se fija por medio de prolongaciones radiciformes y contiene conductos radiales que desembocan en la amplia cavidad gástrica del pólipo; la medusa libre (*Steenstrupia*) tiene la forma de una campana con un filamento marginal y abultamientos bulbosos en el extremo de los otros conductos radiales. *C. nutans* Sars., *C. nana* Alder.

2. Suborden. *Campanularia* (*Vesiculata*, medusas con vesículas marginales). Los tubos esqueléticos, quitinosos, se dilatan alrededor de las cabecillas de los pólipos constituyendo celdillas caliciformes (*hidrotecas*). El cono bucal (*proboscis*) y los tentáculos pueden retraerse casi por completo dentro de dicha celda. Las yemas sexuales se forman generalmente en las paredes de los individuos prolíferos, desprovistos de abertura bucal y de tentáculos, y son unas veces sesiles y otras se separan en forma de pequeñas medusas con vesículas marginales y órganos sexuales en los conductos radiarios (*Eucopidos*, *Geryonopsidos*, *Equoridos*).

Fam. *Plumularidae*. Las células de las colonias, hidroides, ramificadas, están dispuestas en una línea; las células de los pólipos nutricios tienen cálices accesorios llenos de cápsulas urticantes (*Nematocalyx*). *Plumularia cristata* Lam., *Antennularia antennina* Lam.

Fam. *Sertularidae*. Colonias ramificadas, cuyos pólipos se elevan en dos lados opuestos de las ramas en celdillas ampuliformes. *Dynamena pumila* L., *Sertularia abietina*, *cupressina* L.

Fam. *Campanularidae* = *Eucopidae*. Las células caliciformes están fijas por pedículos anillados. Los pólipos presentan bajo su trompa cónica, saliente, un círculo de tentáculos. *Campanularia* L. Individuos prolíferos, situados sobre los ramos, y producen medusas libres de forma de campana, con pedúnculo bucal corto, cuadrilabiado; cuatro conductos radiales y otros tantos filamentos marginales, y ocho vesículas marginales interradales. Después del desprendimiento se desarrollan los tentáculos interradales. *C. (Clytia) Johnstoni* = *volubilis* Johnst., probablemente con la *Eucope variabilis* Cls., *Obelia* Per. Les. Se distingue de la *Campanularia* por

las medusas. Estas son planas, discoideas, y poseen numerosos tentáculos marginales y ocho vesículas interradales. *O. dichotoma* L. = (*Campanularia gelatinosa* van Ben., fig. 206, a y b), *C. geniculata* L., *Laomedea* Lamx. Las yemas sexuadas quedan sesiles en la célula del portador prolífero. *L. caliculata* Hincks.

Fam. *Equoridae*. Medusas con multitud de vasos radiales y tentáculos marginales. *Equorea* Forsk., *E. Forshallina* Ag. Aquí se incluyen los *Gerionopsidos Octorchis* E. Haeck. *Tima*.

3. Suborden. *Trachymedusae*. Medusas con umbrela gelatinosa consistente, sostenida á menudo por cordones gelatinosos; tentáculos rígidos llenos de cordones sólidos de células, que pueden no persistir más allá del estado larvario (larvas de los *Gerionidos*). Desarrollo sin nutrices, mediante metamorfosis.

Fam. *Trachynemidae*. Con filamentos rígidos apenas movibles. Los órganos genitales se desarrollan en expansiones de los ocho conductos radiarios. *Aglaura hemistoma* (*Trachynema ciliatum* Ggbr.), *Rhopalonema velatum* Ggbr., Mesina.

Fam. *Aeginidae*. Umbrela de dureza cartilaginosa y de forma discoidea aplanada; con expansiones caliciformes de la cavidad gástrica, ancha y extensible, en lugar de vasos radiarios, obliterados casi siempre y reducidos á un cordón celular. *Cunina albescens* Ggbr., Nápoles. *Aegineta flavescens*, Ggbr., *Aeginopsis mediterranea* John Mull.

Fam. *Geryonidae*. Umbrela con cordones cartilaginosos y cuatro ó seis tentáculos marginales huecos, tubuliformes; pedúnculo gástrico cilíndrico ó cónico con una pieza bucal en forma de trompa y cuatro ó seis conductos que se continúan con los conductos radiarios; ocho ó doce vesículas marginales. *Liriope* Less., con cuatro conductos radiarios, cuatro ú ocho tentáculos y ocho vesículas marginales. *L. tetraphylla* Cham. Océano Indico. *Geryonia* Per. Les., con seis conductos radiarios sin cono lingüiforme. *G. umbella* E. Haeck., *Carmarina* E. Haeck., con seis conductos radiarios y cono lingüiforme. *C. hastata* E. Haeck., Niza.

III. SUBCLASE. SIFONÓFOROS = SIPHONOPHORÆ (1)

Colonias hidroides nadadoras, polimorfos, con tallo contráctil; individuos nutricios polipoides y yemas sexuadas medusoides, casi siempre con campanas natatorias, escudos y tentáculos.

(1) Además de Kolliker, C. Vogt, Huxley y otros, véase: C. Gegenbaur: *Beobachtungen über Siphonophoren*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1853; *Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren*. *Nova acta*, tomo XXVII, 1859; R. Leuckart: *Zoologische Untersuchungen*, I, Giessen, 1853; *Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza*. *Archiv. für Naturgesch.*, 1854; E. Metschnikoff: *Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. XXIV, 1874; C. Claus: *Ueber Halistemma tergestinum n. s., nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden*. *Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien*, etc., tomo I, 1878; E. Haeckel: *Report on the Siphonophora collected by H. M. Challenger*, 1889; C. Chun: *Die Siphonophoren der Canarischen Inseln*. *Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss.*, Berlin, 1889.

Eudendrium ramosum L., y los *Corinidos* con el *Syncoryne Sarsii* Lov. y *Cladonema radiatum* Duj.

Fam. *Hydractinidae*. Colonias con expansión plana del cenenquima y secreciones esqueléticas fuertemente incrustadas. Los pólipos son claviformes, con una simple corona de tentáculos. Al lado de ella hay polipoides tentaculiformes largos (zooides espirales). *Hydractinia* van Ben. Yemas medusoides sesiles en individuos prolíferos desprovistos de tentáculos. *H. echinata* Flem., *Podocoryna* Sars. Las yemas sexuadas quedan libres en forma de oceánidas. *P. carnea* Sars. (figs. 242 y 180).

Fam. *Tubularidae*. Colonias de pólipos cubiertos de peridermo quitinoso; los pólipos tienen dentro de la corona externa de tentáculos un círculo interno de tentáculos filiformes sentados sobre la trompa. Las yemas sexuadas brotan entre los dos círculos de tentáculos. *Tubularia* L. Las colonias hidroides forman prolongaciones radicales reptantes sobre las cuales se elevan ramas simples ó ramificadas con las cabezuelas de los pólipos en su extremo; yemas sexuadas. *T. (Thamnocnidia) Ag.) coronata*, dióica. *Corymorpha* Sars. El pedúnculo de cada pólipo aislado, envuelto en un peridermo gelatinoso, se fija por medio de prolongaciones radicales y contiene conductos radiales que desembocan en la amplia cavidad gástrica del pólipo; la medusa libre (*Steenstrupia*) tiene la forma de una campana con un filamento marginal y abultamientos bulbosos en el extremo de los otros conductos radiales. *C. nutans* Sars., *C. nana* Alder.

2. Suborden. *Campanularia* (*Vesiculata*, medusas con vesículas marginales). Los tubos esqueléticos, quitinosos, se dilatan alrededor de las cabecillas de los pólipos constituyendo celdillas caliciformes (*hidrotecas*). El cono bucal (*proboscis*) y los tentáculos pueden retraerse casi por completo dentro de dicha celda. Las yemas sexuales se forman generalmente en las paredes de los individuos prolíferos, desprovistos de abertura bucal y de tentáculos, y son unas veces sesiles y otras se separan en forma de pequeñas medusas con vesículas marginales y órganos sexuales en los conductos radiarios (*Eucopidos*, *Geryonopsidos*, *Equoridos*).

Fam. *Plumularidae*. Las células de las colonias, hidroides, ramificadas, están dispuestas en una línea; las células de los pólipos nutricios tienen cálices accesorios llenos de cápsulas urticantes (*Nematocalyx*). *Plumularia cristata* Lam., *Antennularia antennina* Lam.

Fam. *Sertularidae*. Colonias ramificadas, cuyos pólipos se elevan en dos lados opuestos de las ramas en celdillas ampuliformes. *Dynamena pumila* L., *Sertularia abietina*, *cupressina* L.

Fam. *Campanularidae* = *Eucopidae*. Las células caliciformes están fijas por pedículos anillados. Los pólipos presentan bajo su trompa cónica, saliente, un círculo de tentáculos. *Campanularia* L. Individuos prolíferos, situados sobre los ramos, y producen medusas libres de forma de campana, con pedúnculo bucal corto, cuadrilabiado; cuatro conductos radiales y otros tantos filamentos marginales, y ocho vesículas marginales interradales. Después del desprendimiento se desarrollan los tentáculos interradales. *C. (Clytia) Johnstoni* = *volubilis* Johnst., probablemente con la *Eucope variabilis* Cls., *Obelia* Per. Les. Se distingue de la *Campanularia* por

las medusas. Estas son planas, discoideas, y poseen numerosos tentáculos marginales y ocho vesículas interradales. *O. dichotoma* L. = (*Campanularia gelatinosa* van Ben., fig. 206, a y b), *C. geniculata* L., *Laomedea* Lamx. Las yemas sexuadas quedan sesiles en la célula del portador prolífero. *L. caliculata* Hincks.

Fam. *Equoridae*. Medusas con multitud de vasos radiales y tentáculos marginales. *Equorea* Forsk., *E. Forskalina* Ag. Aquí se incluyen los *Gerionopsidos Octorchis* E. Haeck. *Tima*.

3. Suborden. *Trachymedusae*. Medusas con umbrela gelatinosa consistente, sostenida á menudo por cordones gelatinosos; tentáculos rígidos llenos de cordones sólidos de células, que pueden no persistir más allá del estado larvario (larvas de los *Gerionidos*). Desarrollo sin nutrices, mediante metamorfosis.

Fam. *Trachynemidae*. Con filamentos rígidos apenas movibles. Los órganos genitales se desarrollan en expansiones de los ocho conductos radiarios. *Aglaura hemistoma* (*Trachynema ciliatum* Ggbr.), *Rhopalonema velatum* Ggbr., Mesina.

Fam. *Aeginidae*. Umbrela de dureza cartilaginosa y de forma discoidea aplanada; con expansiones caliciformes de la cavidad gástrica, ancha y extensible, en lugar de vasos radiarios, obliterados casi siempre y reducidos á un cordón celular. *Cunina albescens* Ggbr., Nápoles. *Aegineta flavescens*, Ggbr., *Aeginopsis mediterranea* John Mull.

Fam. *Geryonidae*. Umbrela con cordones cartilaginosos y cuatro ó seis tentáculos marginales huecos, tubuliformes; pedúnculo gástrico cilíndrico ó cónico con una pieza bucal en forma de trompa y cuatro ó seis conductos que se continúan con los conductos radiarios; ocho ó doce vesículas marginales. *Liriope* Less., con cuatro conductos radiarios, cuatro ú ocho tentáculos y ocho vesículas marginales. *L. tetraphylla* Cham. Océano Indico. *Geryonia* Per. Les., con seis conductos radiarios sin cono lingüiforme. *G. umbella* E. Haeck., *Carmarina* E. Haeck., con seis conductos radiarios y cono lingüiforme. *C. hastata* E. Haeck., Niza.

III. SUBCLASE. SIFONÓFOROS = SIPHONOPHORÆ (1)

Colonias hidroides nadadoras, polimorfos, con tallo contráctil; individuos nutricios polipoides y yemas sexuadas medusoides, casi siempre con campanas natatorias, escudos y tentáculos.

(1) Además de Kolliker, C. Vogt, Huxley y otros, véase: C. Gegenbaur: *Beobachtungen über Siphonophoren*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1853; *Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren*. *Nova acta*, tomo XXVII, 1859; R. Leuckart: *Zoologische Untersuchungen*, I, Giessen, 1853; *Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza*. *Archiv. für Naturgesch.*, 1854; E. Metschnikoff: *Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. XXIV, 1874; C. Claus: *Ueber Halistemma tergestinum n. s., nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden*. *Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien*, etc., tomo I, 1878; E. Haeckel: *Report on the Siphonophora collected by H. M. Challenger*, 1889; C. Chun: *Die Siphonophoren der Canarischen Inseln*. *Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss.*, Berlin, 1889.

En el concepto morfológico están los *sifonóforos* en relación íntima con los *hidroides*, pero tienen más que éstos el aspecto de individuos, en razón del elevado polimorfismo de sus apéndices polipoides y medusoides. Las funciones de ellos tienen tan íntimas relaciones entre sí y son tan esencialmente necesarios para la conservación de la totalidad, que fisiológicamente podemos considerar á los sifonóforos como individuos y á sus apéndices como órganos. Agrégase á esto la escasa autonomía de la generación medusoide sexuada, que sólo por excepción (*Velelidos*) alcanza al grado morfológico de medusa libre.

En lugar de una colonia ramificada fija presentan estos animales un tronco contráctil (*hidrosoma*) que nada libremente, sin ramificaciones, y rara vez con ramas laterales simples, abultado en forma de ampolla en su extremo superior (cámara de aire ó *pneumatóforo*), que debajo de una mancha pigmentaria de su ápice, vivamente coloreada, encierra un saco de aire (fig. 246). En todas las especies se encuentra en el eje del tronco un conducto central, en el cual se mantiene el líquido nutritivo en continuo movimiento sostenido por la contractilidad de la pared y por movimientos vibrátiles. El saco lleno de aire, que está sostenido como una vejiga en la punta del tallo, y en muchos casos (*Physalia*) puede ampliarse hasta formar un vasto receptáculo, desempeña las funciones de un aparato hidrostático. En las formas que tienen el tallo muy largo y en espiral sirve principalmente para mantener recta la posición del cuerpo del sifonóforo, y puede en determinados casos dar salida á su contenido gaseoso por una ó varias aberturas. En algunas especies que habitan en mares profundos (*Rhodolidos*) suele desembocar hacia fuera por medio de un apéndice especial en forma de campana (*auróforo*) (fig. 255).

En el tallo, retorcido en espiral, y rara vez corto y abultado en forma de vejiga, nacen por gemmación unos apéndices cuya cavidad gástrica comunica con el conducto central. Estos apéndices se presentan siempre bajo dos formas por lo menos: 1.^a, como individuos polipoides nutritivos con filamentos prensiles, y 2.^a, con la forma de yemas medusoides sexuadas. Los pólipos nutritivos (hidrantes), llamados también *tubos chupadores* ó *tubos gástricos*, son tubos simples provistos de una abertura bucal; nunca llevan corona de ten-

táculos, pero tienen siempre en su base un filamento prensil largo. Este filamento puede desplegarse hasta alcanzar una longitud considerable y volverse á retraer arrollándose en espiral. Rara vez constituye un filamento único; por regla general tiene numerosas ramas laterales, sin ramificaciones contráctiles en igual grado que el filamento principal. Los filamentos prensiles están provistos de un gran número de cápsulas urticantes, que en muchos puntos están dispuestas en un orden regular, y especialmente en las ramas laterales constituyen densas acumulaciones en forma de abultamientos, *botones urticantes*, formando baterías de diversas formas de estas armas microscópicas. Las formas especiales de estos botones urticantes presentan en las diferentes familias, géneros y especies, modificaciones características, de las cuales se deducen caracteres aplicables á la clasificación.

La segunda forma de apéndices, las *yemas sexuadas*, tienen en la mayoría de los casos, alrededor del pedículo central, lleno de huevos ó de filamentos seminales, una envoltura campanuliforme con vasos anulares y radiarios. Ordinariamente brotan en grupos arracimados en la base

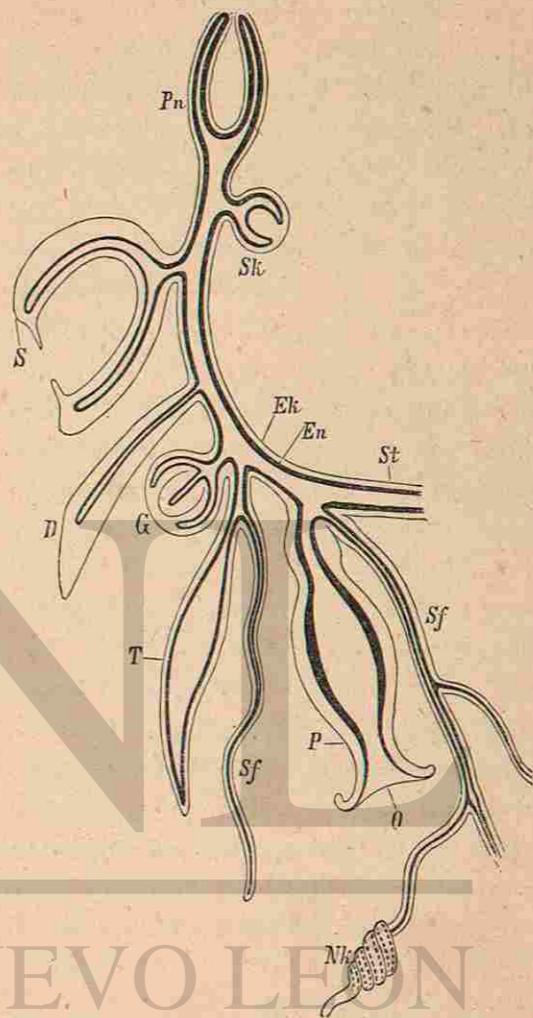


Fig. 246. - Esquema de un sifonóforo. *St*, tallo; *Ek*, ectodermo; *En*, endodermo; *Pn*, pneumatóforo; *Sk*, yema de campana natatoria; *S*, campana natatoria; *D*, escudo; *G*, yema genital; *T*, tentáculo; *Sf*, filamento prensil; *P*, pólipo; *O*, su abertura bucal; *Nk*, botón urticante.

de los tentáculos y más rara vez de los pólipos nutricios, como en la *Velella*. Los productos sexuales machos y hembras se forman en yemas de formas diferentes, monóicas, pero situadas en inmediata proximidad en la misma colonia (fig. 247); hay, sin embargo, especies dióicas, ó sifonóforos de sexos separados, si se consideran las yemas como órganos sexuales, por ejemplo la *Apolesia uaria* y la *Diphyes acuminata*. Las medusoides sexuadas se separan con frecuencia de la colonia cuando han llegado á madurez, pero rara vez se transforman en medusas pequeñas libres (*Chrysonittra* de los velélidos), para producir el producto sexual cuando llegan al estado libre.

Además de los pólipos nutricios y de las yemas medusoides sexuadas, que son constantes, hay otros apéndices inconstantes, que son también polipoides ó medusoides modificados. Tales son los *tentáculos* vermiformes, *sin boca*, que al igual de los pólipos tienen un filamento prensil, más simple y más corto, sin ramificaciones laterales ni botones urticantes; los *escudos*, especie de escamas, foliáceos, de dureza cartilaginosa, que sirven de

Fig. 247. — Fragmento de tallo con apéndices de *Halistemma tergestinum*. St, tallo; D, escudo; T, tentáculo; Sf, filamento prensil del mismo; Wg, yema sexual femenina; Mg, ídem masculina.

protección á los pólipos, tentáculos y brotes sexuales; y finalmente las *campanas natatorias*, situadas debajo del pneumatóforo. Las últimas reproducen, si bien en forma *bilateralmente simétrica*, la conformación de la medusa; pero carecen de pedúnculo y abertura bucales, así como de tentáculos y cuerpos marginales. Pero en armonía con su función, exclusivamente locomotriz, en su subumbrela, ahuecada en forma de campana ó saco natatorio, tiene una extensión considerable y un revestimiento muscular robusto.

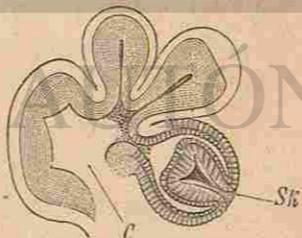
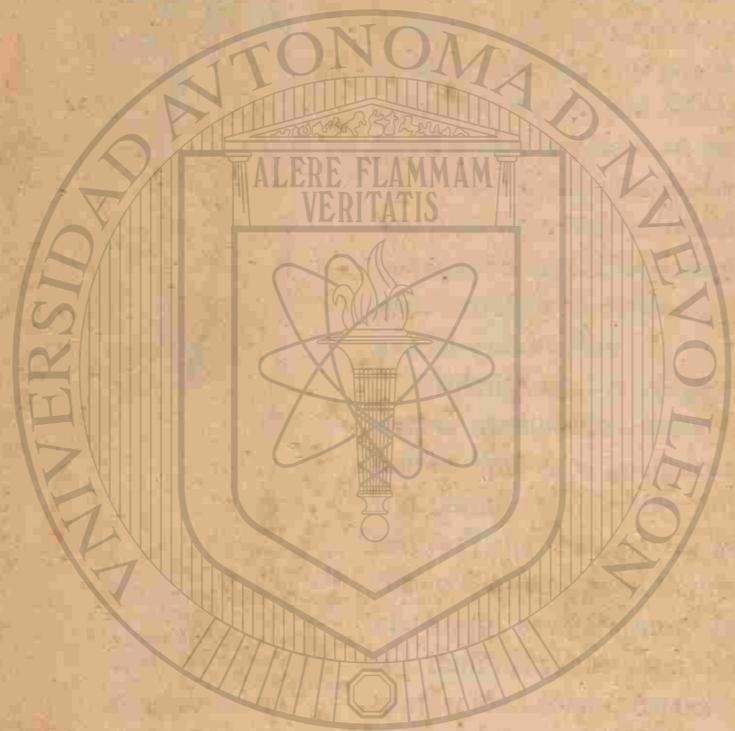
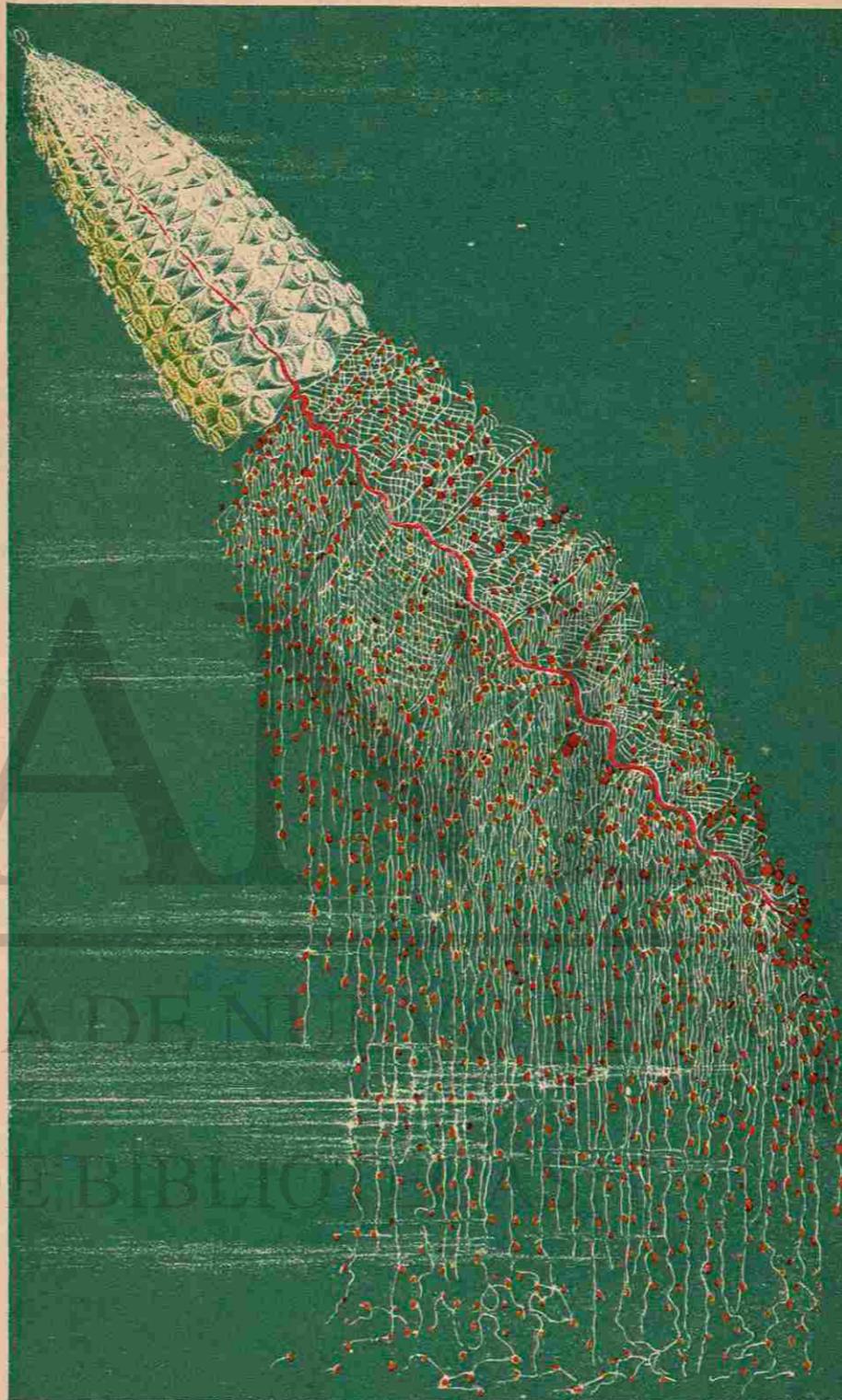


Fig. 248. — Grupo de yemas de un Fisofórico, en la base de la vesícula aérea. C, cavidad central; Sk, yema de campana natatoria con el núcleo que se ahueca.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NIVEO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA



APOLEMIA CONTORNEADA, MEDUSA DE LAS COSTAS DE NIZA

Todos los apéndices se desarrollan á expensas de yemas provistas

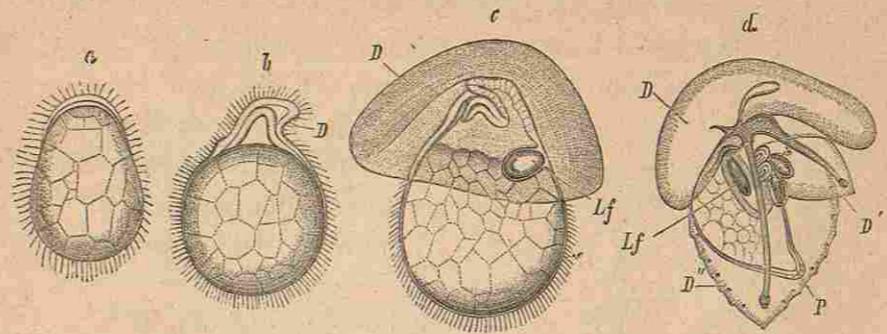


Fig. 249 — Desarrollo del *Agalmopsis Sarsii*, según Metschnikoff. *a*, larva ciliada; *b*, estadio de bosquejo del escudo (*D*); *c*, estadio de escudo en forma de casquete (*D*), y bosquejo de neumatóforo (*Lf*); *d*, fase más avanzada con tres escudos (*D*, *D'*, *D''*); un pólipo (*P*) y un filamento prensil.

de ectodermo, endodermo y cavidad central, que comunica con la cavidad central del tallo. Una proliferación ectodérmica produce (núcleo de la yema) en las campanas natatorias y en las yemas genitales el revestimiento de la subumbrela y elementos sexuales (fig. 248). Los huevos, notables por su magnitud, pues uno solo llena el núcleo de una yema femenina, están desprovistos de membrana vitelina y después de la fecundación experimentan una segmentación total del vitelo. En el cuerpo de la larva nadadora se forma primero una campana natatoria (*Diphyes*), ó la parte superior de la larva se convierte en un escudo con un saco de aire, y la inferior en el primer pólipo nutricional (*Agalmopsis*). Convirtiéndose nuevos brotes en escudos foliáceos, se viene á formar una pequeña colonia con apéndices provisionales, que permite considerar el desarrollo del sifonóforo como una meta-

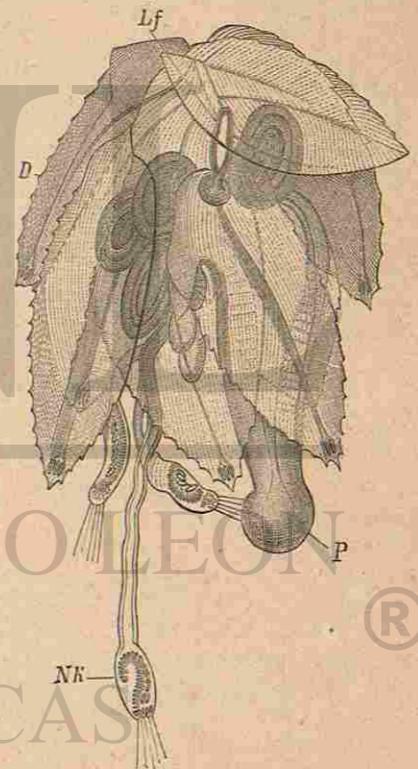
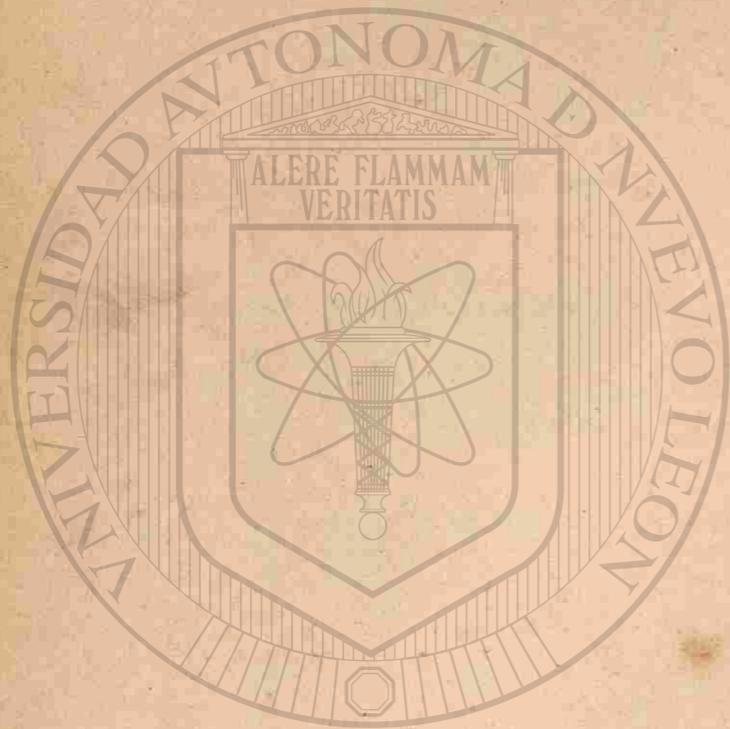


Fig. 250. — Colonia de larvas de *Agalmopsis*, según el tipo de *Althorybia*. *Lf*, neumatóforo; *D*, escudo; *Nk*, botón urticante; *P*, pólipo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

morfosis (figs. 249 y 250). La corona de escudos, formada por la aparición de otros nuevos, después de la aparición de un filamento prensil con botones urticantes provisionales, sólo persiste en la *Athorybia*, en la cual nunca llega á formarse la columna de campanas natatorias.

En el *Agalmopsis* y en la *Physophora* desaparecen los primeros escudos al alargarse el tallo, y son sustituidos por las campanas natatorias. Filogenéticamente se suponen derivados los sifonóforos de una colonia hidroide análoga á la hidracina, que, no llegando á encontrar punto de fijación, se acabó de desarrollar flotando (1). Otros naturalistas creen deber tomar como punto de partida una hidromedusa prolifera, y referir el sifonóforo á una colonia de medusas polimorfas con órganos dislocados, tubos gástricos, filamentos prensiles, etc.

Fig. 252. — Fragmento de una *Difida*, según R. Leuckart. *L*, tapa; *GS*, campana natatoria genita; *P*, pólipo con un filamento prensil. Cada grupo al separarse constituye una *Eudoxia*.

Fig. 251. — *Diphyes acuminata*, aumentado unas ocho veces. *Sb*, reservorio en la campana natatoria superior.

1. Suborden. *Calycophoridae*. Tallo desprovisto de neumatóforo; columna de dos series de campanas natatorias (*Hippopodidae*) ó con dos grandes campanas opuestas; rara vez con una sola. Carencia de tentáculos. Los apéndices están dispuestos en grupos á distancias iguales y pueden retraerse á un espacio de las campanas natatorias. Cada grupo de individuos está compuesto de un pólipo nutricio pequeño con un filamento prensil provisto de botones urticantes reniformes, desnudos, y de yemas sexuales, á los que se agrega ordinariamente un escudo en forma de umbrela ó de embudo (figura 251). Estos grupos se desprenden del tronco en algunas difidas, en forma de *Eudoxia*, para tener existencia independiente (fig. 252).

(1) V. C. Claus: *Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Dyphies*. *Arbeiten aus dem zool. Institute der Univ. Wien*, etc., tomo V, 1884.

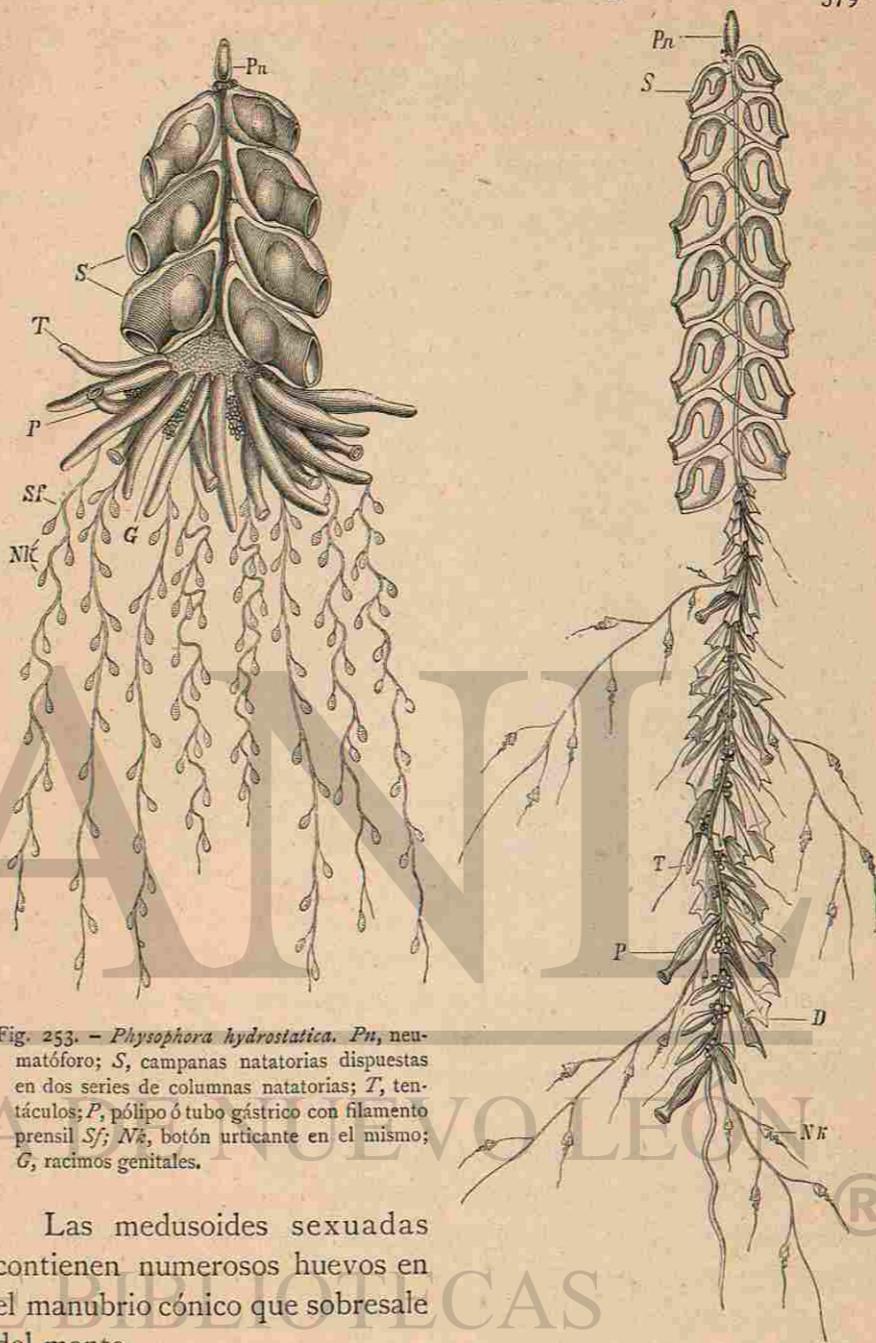


Fig. 253. — *Physophora hydrostatica*. *Pn*, neumatóforo; *S*, campanas natatorias dispuestas en dos series de columnas natatorias; *T*, tentáculos; *P*, pólipo ó tubo gástrico con filamento prensil; *Sf*; *Nk*, botón urticante en el mismo; *G*, racimos genitales.

Las medusoides sexuadas contienen numerosos huevos en el manubrio cónico que sobresale del manto.

1. Fam. *Monophyidae*. Con una sola campana grande en el extremo superior del tallo. *Monophyes* Cls., *M. irregularis* Cls., *M. (Sphaeronectes) gracilis* Cls., con *Diplophysa inermis* Ggbr., Mediterráneo.

Fig. 254. — *Halistemma tergestinum*. *Pn*, neumatóforo; *S*, campanas natatorias; *P*, pólipo nutricio; *T*, tentáculo; *D*, escudo; *Nk*, botón urticante en los filamentos prensiles.

2. Fam. *Diphyidae*. Con dos grandes campanas opuestas entre sí en el extremo superior del tallo. *Diphyes acuminata* Lkt. (fig. 251), dióica, con *Eudoxia campanulata*. *Abyla pentagona* Esch., con *Eudoxia cuboides*, Mediterráneo. *Praya maxima* Gibr., Mediterráneo.

3. Fam. *Polyphyidae*. Con dos columnas bilaterales de campanas en una ramificación lateral del tronco (eje accesorio), sin escudos. Las yemas sexuadas en forma de racimos en la base de los pólipos nutricios. *Hippopodius luteus* Forsk., Mediterráneo.

2. Suborden. *Pneumatofóridos*. Tallo corto, dilatado en forma de saco ó alargado en espiral (fig. 254), con saco de aire en forma

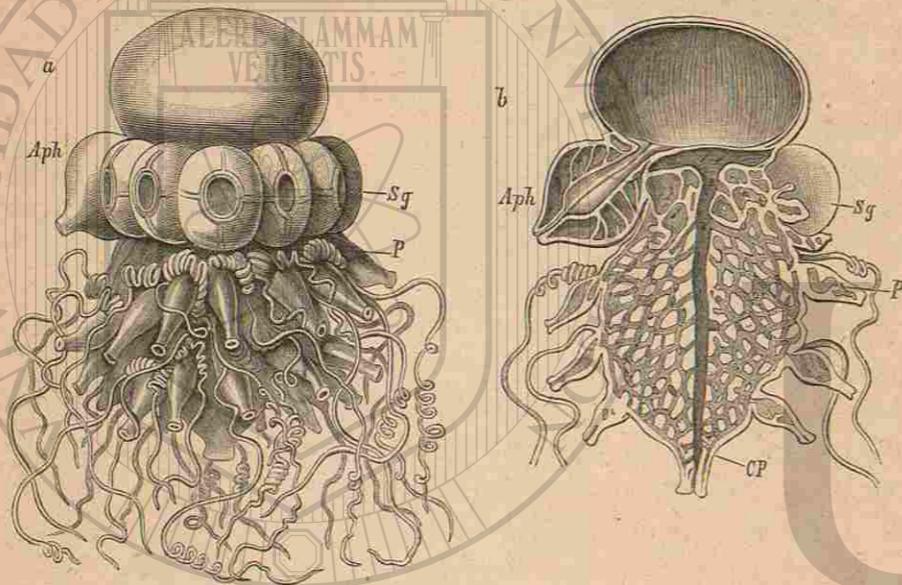


Fig. 255. — *Stephalia corona*, según E. Haeckel. a, vista lateralmente; Aph, auróforo ó sección excretante del pneumatóforo. Debajo de éste una corona de campanas natatorias Sg, y más abajo los pólipos ó tubos gástricos (P) con sus filamentos prensiles y el pólipo central. — b, corte sagital. El espacio gástrico del pólipo central (CP) conduce á la cavidad central del tronco.

de botella; por regla general con campanas natatorias, que por bajo del pneumatóforo forman dos ó más líneas. Casi siempre escudos y tentáculos, que alternan en orden fijo con los pólipos y yemas sexuadas. Las yemas hembras tienen un huevo.

1. Fam. *Agalmidae*. Tronco extraordinariamente alargado y arrollado en espiral con dos ó varias series de campanas; escudo y tentáculos. *Forskalia contorta* M. Edw., pólipos nutricios en apéndices laterales pediculiformes del tallo, que sostienen numerosos escudos. *Halistemma* Huxl., tentáculos y escudos inmediatamente adaptados al tronco. *H. rubrum* Vogt, Mediterráneo, *H. tergestinum* Cls. (fig. 254). *Agalmopsis Sarsii* Koll., *Apolemia uvaria* Less., Mediterráneo. Dióica.

2. Fam. *Physophoridae*. Tronco corto y dilatado en un saco espiral por debajo de dos series de campanas natatorias; sin escudos, y en lugar de ellos dos coronas externas de tentáculos y debajo de éstos los racimos de yemas sexuales y los pólipos nutricios con sus filamentos prensiles. *Physophora* Forsk., *Ph. hydrostatica* Forsk., Mediterráneo (fig. 253).

3. Fam. *Athorybiidae*. Con una corona de escudos en lugar de columna natatoria. *Athorybia rosacea* Esch., Mediterráneo.

4. Fam. *Rhodaliidae*. Con gran pneumatóforo y debajo de él una corona de campanas natatorias, y entre ellas, en la línea media, un saco con conducto aéreo abierto hacia fuera (*auroforo*); tronco ovoideo con tejido de sustentación de dureza cartilaginosa entrecruzado de una red de conductos. Pólipos adaptados al tronco con filamentos prensiles y yemas sexuales arracimadas. Habitan á grandes profundidades del mar. *Stephalia corona* E. H. (fig. 255). *Angelopsis* Fewk. (*Auralia* E. H.), *Rhodalia* E. H.

5. Fam. *Physalidae*. Tallo dilatado en forma de amplia vesícula, situada casi horizontalmente, con pneumatóforo muy ancho, abierto por el ápice. Carecen de campanas natatorias y de escudos. En la línea ventral del saco están situados pólipos nutricios, grandes y pequeños, con filamentos prensiles largos y robustos, y racimos sexuales fijos á polipoides tentaculares. Las yemas hembras se convierten al parecer en medusas nadadoras. *Physalia* L., *Ph. caravelle* Esch. (*Arethusa* Til.), *pelagica*, *utriculus* Esch., Océano Atlántico.

3. Suborden. *Discoideae*. Tallo aplastado en forma de disco plano, con un sistema de cavidades á manera de conductos (cavidad central). Encima de él está situado el pneumatóforo en forma de un recipiente discóideo compuesto de cámaras concéntricas (abiertas hacia fuera) y revestido de quitina. En la parte inferior del disco están situados los apéndices polipoides y medusoides; en el centro un pólipo nutricio de gran tamaño y en derredor de él gran número de pólipos pequeños que llevan en su base las yemas sexuadas, y finalmente cerca del borde del disco los tentáculos. Las yemas sexuales se convierten en medusas pequeñas (*Chrysomitra*) y no producen los elementos sexuales hasta mucho después de su separación.

Fam. *Velellidae*. *Velella spirans* Esch., Mediterráneo. *Porpita mediterranea* Esch.

III. SUBTIPO. TENÓFOROS = CTENOPHORÆ (1).

Celenterados birradiados, de forma esférica ó cilíndrica, rara vez alargada en forma de cinta, con ocho series meridionales de grandes láminas vibrátiles (costillas); con tubo gástrico y conductos vasculares gástricos; por regla general con dos filamentos táctiles retráctiles que se pueden recoger en unas bolsas especiales.

Los tenóforos, cuya forma se puede comparar á la de una esfera, son animales nadadores de consistencia gelatinosa y conforma-

ción simétrica birradiada. Exteriormente aparece su cuerpo comprimido por dos lados, en términos de que se pueden distinguir dos planos perpendiculares entre sí, el *plano sagital* y el *plano transversal* (análogos á los planos medio y laterales de los animales de simetría bilateral) (figura 256). A la situación de estos planos principales corresponde la organización interior, hallándose situadas en el plano transversal todas las partes pares del cuerpo como los dos filamentos táctiles y los vasos gástricos, las bandas hepáticas del estómago, los troncos vasculares, de donde parten los ocho conductos costales; al paso que en el plano sagital el gran eje del tubo gástrico (de aquí el nombre de plano gástrico), las dos zonas polares y los vasos terminales del embudo (conductos excretores). En el plano transversal cae la compresión ó lado más largo del embudo, por lo que se le ha llamado *plano del embudo*. Como estos dos planos dividen el

Fig. 256. - *Cydippe*, vista por el ápice. S, plano sagital; T, plano transversal; R, costillas; Gf, sistema vascular.

Fig. 257. - *Cydippe* (*Hormiphora plumosa*, según C. Chun. O, boca.

(1) C. Gegenbaur: *Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren*. *Archiv. für Naturgesch.*, 1856; L. Agassiz: *Contributions to the Nat. History of the United States of America*, vol. III, Boston, 1860; A. Kowalewski: *Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen*, San Petersburgo, 1866, y *die russische Abhandlung*, 1873; H. Fol: *Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Rippenquallen*. *Inauguraldissertation*, Jena, 1869; A. Agassiz: *Embryology of the Ctenophora*, Cambridge, 1874; C. Chun: *Die Ctenophoren des Golfes von Neapel*, Leipzig, 1880; R. Hertwig: *Ueber den Bau der Ctenophoren*. *Jen. Zeitschr. für Naturw.*, 1880; E. Metschnikoff: *Ueber die Gastrulation und Mesodermbildung der Ctenophoren*. *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, tomo XLII, 1885.

cuerpo en dos mitades semejantes y no hay cara abdominal y cara dorsal, la disposición resulta birradiada y no bilateralmente simétrica, por más que cada mitad, como antímera, tiene esta simetría bilateral. Los dos planos perpendiculares dividen su cuerpo en cuatro cuadrantes semejantes entre sí dos á dos en dirección diagonal.

El movimiento del cuerpo se ejecuta principalmente por las oscilaciones regulares de paletas hialinas cilíadas que están distribuídas en la superficie del cuerpo en ocho series meridionales, en términos de que cada cuadrante tiene un par de paletas, llamadas costillas (una subsagital y una subtransversal) (fig. 257). Contribuye además á los movimientos del cuerpo la contractilidad ejercida por las fibras musculares del tejido gelatinoso, que en los *Cestidos*, que tienen forma de cinta, es bastante fuerte para producir movimientos enérgicos de todo el cuerpo.

La abertura bucal, rodeada á veces de apéndices lobulados del tejido gelatinoso en forma de umbrela, conduce á un tubo gástrico ancho en unas especies (*Beroe*), estrecho en otras, y en este caso plano y extenso, revestido por dos bandas hepáticas, cuya abertura posterior, susceptible de cerrarse por músculos especiales, comunica con la cavidad gástrica conocida con el nombre de *embudo*. El tubo gástrico, algo largo, sobresale con su orificio libre en el embudo; y hasta el límite de los dos vasos longitudinales que acompañan en el plano transversal sus dos caras laterales, está completamente rodeado por el cuerpo gelatinoso. El embudo, comprimido y siempre perpendicular al tubo gástrico, emite ocho vasos costales en división birradiada simétrica (dos troncos principales radiales, cuatro ramos intermedios y ocho pararradiales), que van á confluír á los vasos meridianos debajo de las

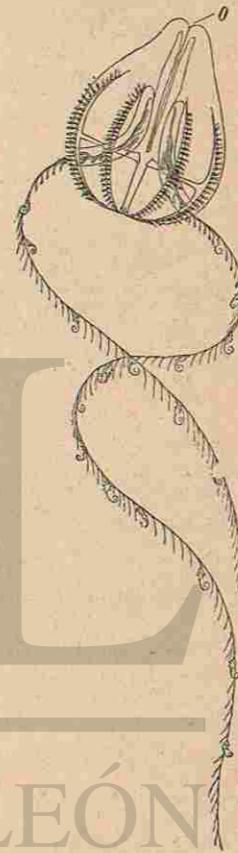


Fig. 257. - *Cydippe* (*Hormiphora plumosa*, según C. Chun. O, boca.

costillas, y luego dos vasos del embudo. Estos, que provienen casi siempre de un vaso impar del embudo, están ampliados en forma de ampolla formando dos sacos terminales abarcando el órgano sensorial del polo aboral, conocido con el nombre de vesícula de otolitos, y desembocan cada uno por una abertura susceptible de cerrar en un *plano diagonal*. Del fondo del embudo pueden también salir dos vasos tentaculares. La superficie interna, tanto del estómago como del embudo, y sus vasos, están completamente ciliados.

Fig. 258. - Extremo aboral de *Callianira bialata*, según R. Hertwig. *x*, las dos zonas polares; *w*, origen de los ocho surcos ciliados. Entre éstos, en el centro, la vesícula de otolitos y la lámina nerviosa.

El sistema nervioso de los tenóforos es hasta ahora incompletamente conocido (fig. 258). Estando fuera de duda que las grandes vesículas, llenas de otolitos vibrantes y de líquido claro, situadas en el polo aboral, desempeñan la función de órgano de los sentidos,

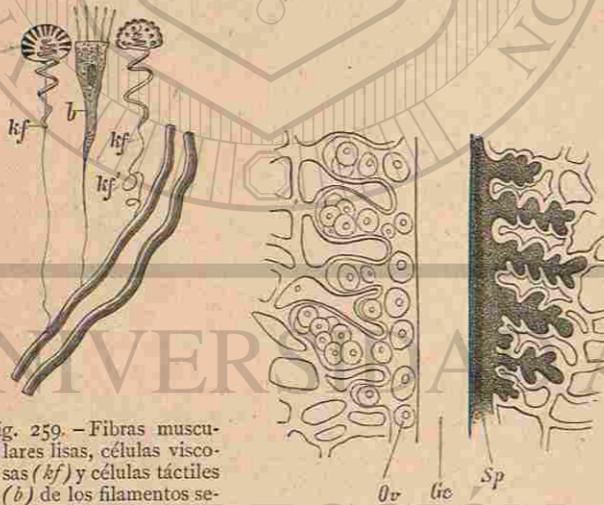


Fig. 259. - Fibras musculares lisas, células viscosas (*kf*) y células táctiles (*b*) de los filamentos sedosos del tentáculo del *Euplocamis stationis*, según R. Hertwig. *kp*, prolongación del filamento contráctil de una célula viscosa.

Fig. 260. - Vaso meridional (*Gr*) de *Beros* con los huevos (*Ov*) y los zoospermos (*Sp*) en las expansiones laterales, según Will.

parecerá verosímil, teniendo en cuenta la organización de los acafeos, que el centro nervioso se halle contenido en el fondo engrosado de la misma, en la *lámina de los otolitos*, tanto más cuanto ésta se halla íntimamente unida con un segundo órgano sensorial, las zonas polares sagitales, designadas por Fol con el nombre de *laminas olfatorias*, y unida

además por ocho estrías vibrátiles, surcos vibrátiles, á las laminillas remadoras de las costillas, que hacen las funciones de órganos de locomoción.

Rara vez se encuentran en el ectodermo de los tenóforos ver-

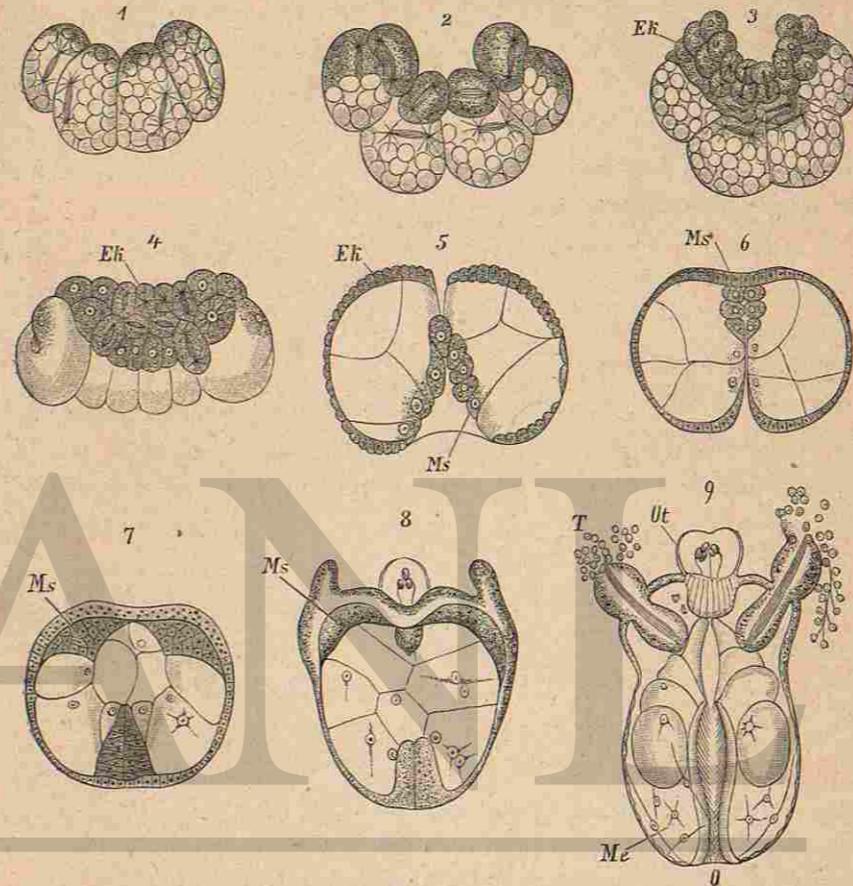


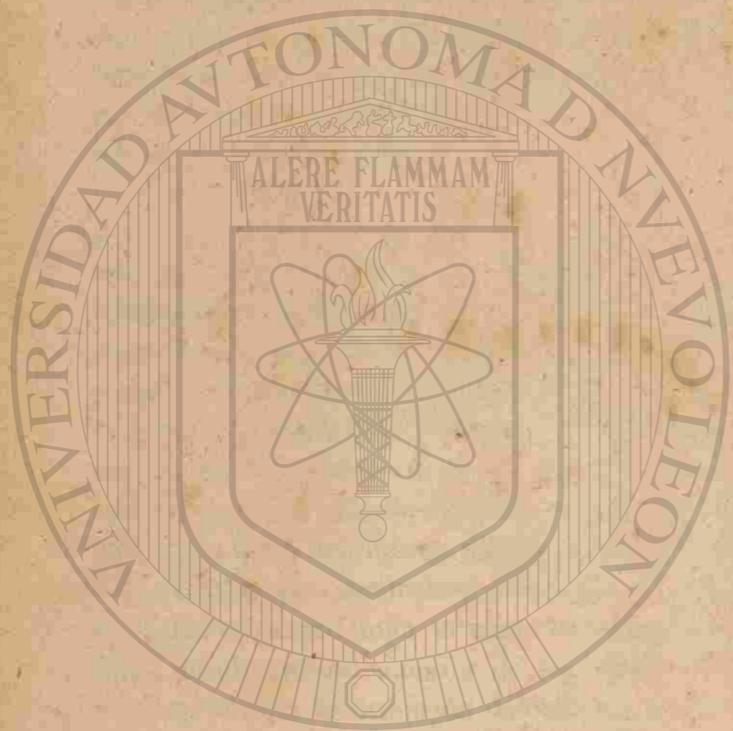
Fig. 261. - Desarrollo de la *Callianira bialata*, según E. Mestehnikoff. 1, período de división en ocho; 2, período de división en diez y seis células de segmentación, todas en división; 3, sobre las ocho grandes células de segmentación hay un casquete de 48 células ectodérmicas (*Ek*); 4, aspecto lateral de un período más avanzado; 5, embrión en período de invaginación de las células mesodérmicas (*Ms*); 6, período más avanzado de la invaginación en sección sagital; 7, período en que está formado el tubo bucal; 8, período ulterior en que empieza la formación de los tentáculos; 9, embrión maduro; *T*, tentáculos (filamentos prensiles); *Ut*, vesícula de otolitos; *O*, boca; *Me*, gelatina (mesenquimo).

daderas cápsulas urticantes, hallándose éstas reemplazadas por células especiales, viscosas ó prensiles, cuya base termina en un filamento espiral contráctil, al paso que el extremo libre, saliente y convexo, se adhiere gracias á su viscosidad á los objetos con que se pone en contacto (fig. 259).

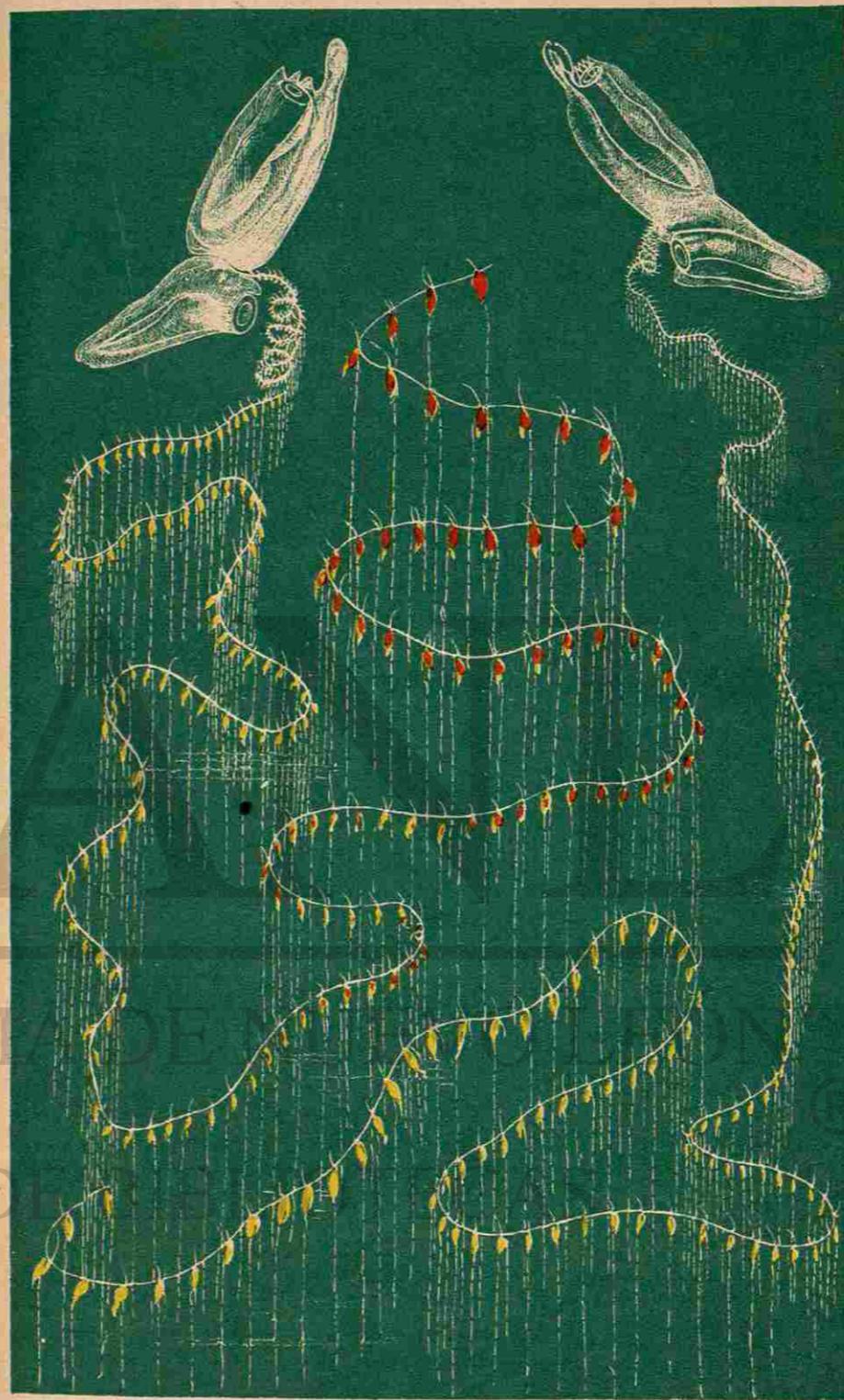
Los tenóforos son hermafroditas. Los productos sexuales de ambos géneros están situados en la pared de los vasos costales, ó en las expansiones en forma de saco ciego de los mismos, ya localizados en un punto (*Cestum*), ya á todo lo largo del conducto costal, uno de cuyos lados está ocupado por folículos ovíferos y otro por tubos seminales (*Beroe*) (fig. 260). Las capas germinales procedentes del ectodermo y revestidas por el epitelio endodérmico, están separadas entre sí por un repliegue saliente. Los huevos y el esperma llegan á la cavidad gastro-vascular y de ella son expulsados por aberturas de la misma.

El vitelo del huevo fecundado, rodeado á bastante distancia por una envoltura, está formado, como en muchas medusas, por una capa externa, delgada y finamente granulada, de protoplasma formativo (exoplasma) y de un endoplasma central que contiene vacuolas. La segmentación total determina la formación de dos, cuatro, ocho esferas de segmentación, en las cuales se reproduce la formación estratificada del vitelo. En el período de la cuatrisegmentación, las cuatro esferas de segmentación están situadas de manera que dos planos dirigidos perpendicularmente entre ellas corresponden á los futuros planos principales y cada esfera forma uno de los cuatro cuadrantes (Fol). En el período de la división en ocho, se reúne toda la masa del exoplasma, de granulaciones finas, en el extremo superior de las esferas de segmentación y se estrangula para la formación de ocho nuevas esferas pequeñas, que dan origen á la hoja germinal externa (Ek) (fig. 261, 1-4). Estas últimas, por división repetida, dan un gran número de células pequeñas en la parte cóncava del embrión que rodean las ocho grandes células endoplasmáticas, que no tardan en duplicarse por división (endodermo).

Como ha demostrado Metschnikoff respecto de la *Callianira*, aparece un verdadero mesodermo en forma de una lámina celular que se forma por gemmación en la cara inferior de las células endodérmicas después de haber sido éstas casi completamente envueltas por las células pequeñas del ectodermo. Empieza entonces la invaginación de las células endodérmicas, que arrastran consigo el bosquejo del mesodermo del polo inferior al interior del embrión, y pronto al fondo de la cavidad de la gástrula, cuya boca primitiva,



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DIRECCIÓN GENERAL DE



GALEOLARIA ANARANJADA, MEDUSA DEL MEDITERRÁNEO

situada en el polo inferior, es sustituida más tarde por una invaginación secundaria, que es el bosquejo del estómago con la boca definitiva (figs. 261, 5-6, *M*). El bosquejo del mesodermo, dirigido hacia el polo superior, se separa más distintamente del bosquejo del endodermo, y después de una multiplicación considerable de sus elementos toma la forma de una cruz, cuyas ramas más largas coinciden con el plano transversal y producen el mesodermo de los tentáculos, al paso que los brazos cortos, sagitales, producen las células emigrantes que penetran en la masa gelatinosa.

Los tenóforos jóvenes, nadadores, difieren más ó menos de los individuos sexuales adultos por la forma del cuerpo, más sencilla y casi siempre esférica, por el menor tamaño de sus filamentos táctiles y de sus costillas, así como por las distintas con-

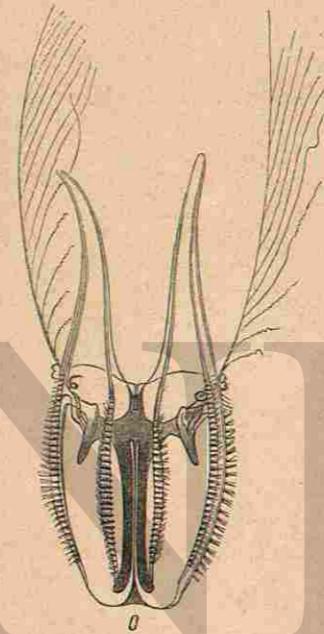


Fig. 262. - *Callianira bialata*, según Chun.



Fig. 263. - *Beroe ovatus*. *Ot*, vesícula de otolitos, á cuyos lados están los tentáculos de las zonas polares; *Tr*, embudo.

del estómago, del embudo y de los conductos gastro-vasculares. La diferencia más notable se presenta (prescindiendo del *Cestum*) en los tenóforos lobulados, cuyas larvas se parecen á cidipos jóvenes y carecen también de la estructura birradiada. Sólo al cabo de mucho tiempo de vida larvaria se completa la metamorfosis; las costillas y sus conductos crecen desigualmente; brotan los apéndices tentaculares, y en las mitades del cuerpo correspondientes á las costillas más largas se forman alrededor de la boca dos excrecencias lobulares. Es notable el hecho observado por Chun de que la *Eucharis* joven se hace sexual en el estado de larva durante la estación del calor (*disogonía*, véase pág. 165).

Los tenóforos viven en los mares cálidos y en condiciones abo-
nadas aparecen en gran número en la superficie. Se alimentan de
animales marinos, grandes y pequeños, que aprisionan por medio
de sus filamentos prensiles. Muchos, como los *Beroidos*, que ca-
recen de filamentos prensiles, poseen en cambio una boca extra-
ordinariamente ancha (fig. 263), y pueden tragar y digerir en su
amplio tubo gástrico hasta peces. Aunque por término medio es
escasa su magnitud, algunas especies, como el *Cestum*, *Eucharis*,
miden hasta un pie de longitud.

Fam. *Cydippida*. Cuerpo sagitalmente poco comprimido, esférico ó cilíndrico,
con costillas igualmente desarrolladas en todos sentidos, y por consiguiente de
apariciencia octorradiada; con dos filamentos prensiles. Vasos gástricos y costales ter-
minados en fondo de saco. *Cydippe hormiphora* Ggbr. = *Hormiphora plumosa* Ag.,
Mediterráneo (fig. 257), *Callianira bialata* D. Ch. = *Eschscholtzia cordata* Koll.,
Mediterráneo (fig. 262).

Fam. *Cestida*. Cuerpo comprimido en forma de cinta en la dirección del plona
sagital, con dos filamentos prensiles. *Vexillum parallelum* Fol., islas Canarias.
Cestum veneris Less., Mediterráneo.

Fam. *Lobata*. Cuerpo comprimido transversalmente, con dos lóbulos á manera
de umbrelas alrededor de la boca; filamentos prensiles relativamente pequeños.
Eurhamphæa vexilligera Ggbr., Mediterráneo y Océano Atlántico. *Chiaja papillosa*
M. Edw. (*Alcinoë papillosa* Delle. Ch. = *neapolitana* Less.), Mediterráneo; *Eucharis*
multicornis Will., Mediterráneo.

Fam. *Beroida*. Cuerpo comprimido transversalmente, con apéndices franjea-
dos en la periferia de las zonas polares; sin filamentos prensiles. *Beroë Forskalii*
M. Edw. (*albescens* y *rufescens* Forsk.), *Idyiopsis Clarkii* Ag.

FIN DEL TOMO SEGUNDO

INDICE

DEL TOMO PRIMERO DE LA ZOOLOGÍA

	PÁGINAS
PARTE GENERAL. — Cuerpos naturales, orgánicos é inorgánicos.	5
Animales y vegetales.	12
Organización y desarrollo de los animales en general.	23
Individuo. — Organo. — Colonia.	24
Células y tejidos celulares.	30
1. Agregados celulares y células libres.	35
2. Tejidos de la substancia conjuntiva.	43
Tejido conjuntivo celular.	44
Tejido mucoso y gelatinoso.	44
Tejido conjuntivo fibrilar.	45
Tejido reticular ó adenoideo.	47
Cartilago.	48
Hueso.	50
3. Tejido muscular.	53
Músculos lisos.	54
Músculos estriados transversalmente.	55
4. Tejido nervioso.	56
Células gangliónicas.	57
Nervios.	57
Crecimiento y organización progresiva. — División del trabajo y perfeccio- namiento.	59
Correlación y enlace de los órganos.	63
Los órganos compuestos, considerados en su estructura y función.	65
Organos de la prensión de los alimentos y de la digestión.	66
Organos de la circulación.	74
Organos de la respiración.	86
Organos de la vida animal.	98

Los tenóforos viven en los mares cálidos y en condiciones abo-
nadas aparecen en gran número en la superficie. Se alimentan de
animales marinos, grandes y pequeños, que aprisionan por medio
de sus filamentos prensiles. Muchos, como los *Beroidos*, que ca-
recen de filamentos prensiles, poseen en cambio una boca extra-
ordinariamente ancha (fig. 263), y pueden tragar y digerir en su
amplio tubo gástrico hasta peces. Aunque por término medio es
escasa su magnitud, algunas especies, como el *Cestum*, *Eucharis*,
miden hasta un pie de longitud.

Fam. *Cydippida*. Cuerpo sagitalmente poco comprimido, esférico ó cilíndrico,
con costillas igualmente desarrolladas en todos sentidos, y por consiguiente de
aparición octorradiada; con dos filamentos prensiles. Vasos gástricos y costales ter-
minados en fondo de saco. *Cydippe hormiphora* Ggbr. = *Hormiphora plumosa* Ag.,
Mediterráneo (fig. 257), *Callianira bialata* D. Ch. = *Eschscholtzia cordata* Koll.,
Mediterráneo (fig. 262).

Fam. *Cestida*. Cuerpo comprimido en forma de cinta en la dirección del plona
sagital, con dos filamentos prensiles. *Vexillum parallelum* Fol., islas Canarias.
Cestum veneris Less., Mediterráneo.

Fam. *Lobata*. Cuerpo comprimido transversalmente, con dos lóbulos á manera
de umbrelas alrededor de la boca; filamentos prensiles relativamente pequeños.
Eurhamphæa vexilligera Ggbr., Mediterráneo y Océano Atlántico. *Chiaja papillosa*
M. Edw. (*Alcinoë papillosa* Delle. Ch. = *neapolitana* Less.), Mediterráneo; *Eucharis*
multicornis Will., Mediterráneo.

Fam. *Beroida*. Cuerpo comprimido transversalmente, con apéndices franjea-
dos en la periferia de las zonas polares; sin filamentos prensiles. *Beroë Forskalii*
M. Edw. (*albescens* y *rufescens* Forsk.), *Idyiopsis Clarkii* Ag.

FIN DEL TOMO SEGUNDO

INDICE

DEL TOMO PRIMERO DE LA ZOOLOGÍA

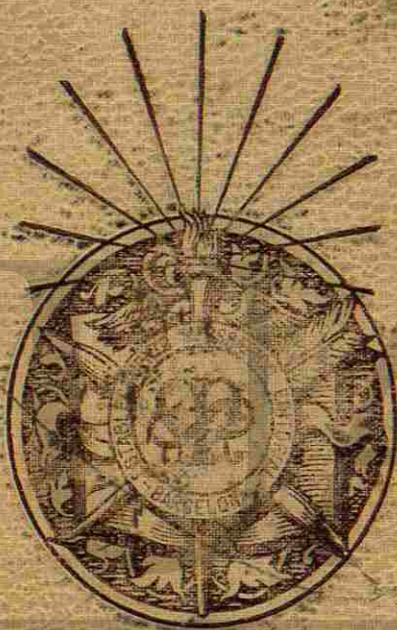
	PÁGINAS
PARTE GENERAL. — Cuerpos naturales, orgánicos é inorgánicos.	5
Animales y vegetales.	12
Organización y desarrollo de los animales en general.	23
Individuo. — Organo. — Colonia.	24
Células y tejidos celulares.	30
1. Agregados celulares y células libres.	35
2. Tejidos de la substancia conjuntiva.	43
Tejido conjuntivo celular.	44
Tejido mucoso y gelatinoso.	44
Tejido conjuntivo fibrilar.	45
Tejido reticular ó adenoideo.	47
Cartilago.	48
Hueso.	50
3. Tejido muscular.	53
Músculos lisos.	54
Músculos estriados transversalmente.	55
4. Tejido nervioso.	56
Células gangliónicas.	57
Nervios.	57
Crecimiento y organización progresiva. — División del trabajo y perfeccio- namiento.	59
Correlación y enlace de los órganos.	63
Los órganos compuestos, considerados en su estructura y función.	65
Órganos de la prensión de los alimentos y de la digestión.	66
Órganos de la circulación.	74
Órganos de la respiración.	86
Órganos de la vida animal.	98

	PÁGINAS
Vida psíquica é instinto.	120
Reproducción y órganos sexuales.	122
Desarrollo.	135
Evolución directa y metamorfismo.	151
Generación alternante; polimorfismo, heterogonía y disogonía.	155
Reseña histórica.	166
Importancia de la clasificación.	176
Doctrina de la descendencia de Lamarck basada en la teoría de la adaptación directa ó funcional.	181
Teoría de la selección natural de Darwin.	185
Pruebas en pro de la teoría de la transmutación.	191
I. Significación de la morfología.	192
II. Significación de la Geología y la Paleontología.	202
Significación de la distribución geográfica.	223
Valor de la teoría de la selección para explicar los fenómenos del transformismo.	247
Teoría mecánico-fisiológica de la doctrina de la descendencia, de Nageli.	259
Teoría de Weismann de la continuidad del plasma germinal y de sus variaciones como causa de variabilidad.	262
PARTE ESPECIAL. - TIPO I. - Protozoarios, animales primitivos.	275
I Clase. Rizópodos, Rhizopoda.	276
Orden 1.º Amibos, Amcebina (Lobosa).	280
Orden 2.º Rizópodos, Rhizopoda = Foraminífera.	281
1. Suborden. Imperforata.	283
2. Suborden. Perforata.	283
Orden 3.º Heliozoos, Heliozoa, animales soles.	283
Orden 4.º Radiolarios, Radiolaria.	284
II Clase. Infusorios, Infusoria.	288
I Subclase. Flagelados, Flagelata.	290
II Subclase. Ciliados, Ciliata (infusorios vibrátiles).	297
Tipo II. - Celenterados, Coelenterata (<i>Zoophyta</i> , animales plantas).	312
I Subtipo. Espongiarios, <i>Spongiaria</i> = <i>Poriferi</i>	317
I Clase. Esponjas. <i>Spongia</i> , con los caracteres de espongiarios.	325
II Subtipo. Cnidarios = <i>Coelenterata</i> , ó más propiamente Cnidaria.	330
I Clase. Antozoos, <i>Anthozoa</i> = Actinozoa, Coralarios.	335
I Orden. Rugosos, Rugosa = <i>Tetracorallia</i>	343
2. Orden. Alcionarios, Alcyonaria = Octactinia.	344
3. Orden. Hexactinia = Zoantharia.	346
II Clase. Pólipomedusas = <i>Polycomedusæ</i>	347

	PÁGINAS
I Subclase. Escifomedusas = Acalefos. <i>Scyphomedusæ</i> = <i>Acalephæ</i>	351
II Subclase. Hidromedusas = <i>Hydromedusæ</i>	366
III Subclase. Sifonóforos = <i>Siphonophoræ</i>	373
III Subtipo. Tenóforos = <i>Ctenophoræ</i>	382

PAUTA PARA LA COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS

Antozoanto parásito.	340
Acalefos, etc.	352
Apolemia contorneada.	376
Galeolaria anaranjada.	386



D AUTÓNOMA DE N

GENERAL DE BIB

TEC