RAMON DE S. N. ARALUCE EDITOR
MEXICO

UNIVERSIDAD AUTÓN
DIRECCIÓN GENERA

No. Accesión
000469

Fecha de pedido

No. de pedido

Procedencia

No. de ejs.

Fecha de recibido

Obva.

Autor Milne Edwards

Título Curso elemental de zoología

Lugar: Paris
Editor: Garnier Hermanos
Año: 1898

Vols.
Serie
Edición: 2a ed

Precio
Costo
Dependencia

Clasif.

UNIVERSIDAD AUTÓNOM
DIRECCIÓN GENERAL

6 23 cam cha 10

8.00 16.00

7 cam 2.00 4.00

25.00

2 1.250 4.00

49.00

6 cam 2.00

CURSO ELEMENTAL

DE ZOOLOGÍA

UANL
OMA DE NUEVO LEÓN ®
L DE BIBLIOTECAS

PARÍS. — VIR. GARNIER HERMANOS, 6, RUE DES SAINTS-PÈRES.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL

CURSO ELEMENTAL

DE

ZOOLOGÍA

POR MR. MILNE EDWARDS

Miembro del Instituto de Francia, decano de la Facultad de Ciencias de París,
Profesor honorario del Museo de Historia natural, etc., etc.

TRADUCIDO DE LA DÉCIMA CUARTA EDICIÓN FRANCESA

POR ELÍAS ZEROLO

SEGUNDA EDICIÓN ESPAÑOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA
BIBLIOTECA

PARÍS

GARNIER HERMANOS, LIBREROS - EDITORES

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

1898

000469

Q251
E3

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL

CURSO ELEMENTAL

DE ZOOLOGÍA

NOCIONES PRELIMINARES.

§ 1.° **Objeto y utilidad de la historia natural.** — Desígnase con el nombre de HISTORIA NATURAL la ciencia que trata de la estructura de los cuerpos diseminados por la superficie del globo, ó reunidos para constituirle, de los fenómenos que se producen en estos cuerpos, de los caracteres que los distinguen entre sí, y del papel que desempeñan en el conjunto de la creación. Como se ve, su dominio es inmenso; su importancia no es menor. Algunos individuos, poco familiarizados con las ciencias, no perciben en ella sino una colección de hechos anecdóticos más propios para excitar la curiosidad que para ejercitar la inteligencia, ó bien un árido estudio de nombres técnicos y de clasificaciones arbitrarias; mas, semejante opinión no puede nacer sino de la ignorancia, y cualquiera que posea las primeras nociones de la historia natural, no puede menos de reconocer su inmensa utilidad. El espectáculo tan grande y tan armonioso de la naturaleza, á la vez que hace ver hasta qué punto es mayor la belleza real de la Creación que el bello ideal de las invenciones humanas, eleva el alma y dirige constantemente el espíritu hacia altas y saludables ideas. El conocimiento de nosotros mismos y de los objetos que nos rodean, no se adquiere sólo para satisfacer la necesidad de saber que se desenvuelve á medida que crece la inteligencia: este conocimiento es base necesaria de otros muchos estudios, y en alto grado propio para dar al juicio la rectitud, sin la cual las cualidades más brillantes pierden su mérito y, en el transcurso de la vida, con más frecuencia extravían que conducen á un resultado conveniente. La importancia práctica de

las ciencias naturales, es demasiado evidente para que necesario sea demostrarla. Para convencerse, basta echar una ojeada al rededor; pensar en las riquezas escondidas en el seno de la tierra y en los servicios que la geología y la mineralogía prestan constantemente á la industria; ver las plantas tan variadas como hermosas que proveen á nuestras necesidades con magnífica prodigalidad; y fijarse en que la historia natural es la que debe servir de guía á la agricultura, enumerar los animales que nos dan la carne, la lana, la seda y la miel; los que en muchas circunstancias nos prestan la fuerza que nos falta, ó aquéllos que, lejos de ser útiles como los precedentes, destruyen las cosechas; recordar, en fin, la larga serie de enfermedades que sufre á veces la máquina humana y convencerse de que la medicina se agita ciega en todas las ocasiones que no se apoye en el estudio científico de la naturaleza del hombre. La importancia práctica de estos estudios, lo repetimos, no tiene necesidad de pruebas y se hace sentir, cualquiera que sea la carrera que se siga; pero su utilidad no se limita á esto, y la influencia que pueden ejercer sobre nuestras facultades mismas merece también la más seria atención. En efecto, las ciencias naturales, en razón de la marcha que les es propia, acostumbran al espíritu á elevarse de los efectos á las causas, y á la vez á someter sin cesar los resultados deducidos de observaciones precedentes á la prueba de nuevos hechos; incitan á las más elevadas ideas especulativas, pero jamás permiten extraviarse á la imaginación, pues ponen siempre el experimento al lado de la hipótesis. En conclusión, mejor que cualquiera otro estudio, el de la historia natural ejercita la inteligencia en el *método*, parte de la lógica, sin la cual toda investigación es laboriosa y toda exposición oscura.

La historia natural debe, pues, constituir uno de los elementos de todo sistema liberal de educación; pero esto no quiere decir que debe hacerse un naturalista de cada joven. Para conocer á fondo una ciencia tan vasta se necesitaría un espacio de tiempo del cual no permiten disponer los demás estudios clásicos, y comprende un sinnúmero de detalles, útiles solamente á las personas que quieren ocuparse especialmente en ella. Lo que toda persona ilustrada debe saber, no es el carácter por el cual se puede distinguir tal género de plantas ó de animales de otro género afín, ni el trayecto exacto de cada arteria ó de cada nervio en el cuerpo del hombre; recargando su memoria sería obligarle á un trabajo que no dejaría trazas durables ni útiles; lo que conviene que conozca son nociones cabales sobre las grandes cuestiones cuya solución buscan las ciencias naturales, sobre la constitución del globo y las revoluciones físicas que se han sucedido en su su-

perficie, sobre la naturaleza de las plantas y de los animales, sobre la manera cómo se ejercen las funciones de estos seres y sobre las principales modificaciones que se observan en su estructura, según el género de vida á que se hallan destinados. Estos son conocimientos que no se olvidan una vez adquiridos, que deben servir de base á los estudios especiales de los que quieran ser naturalistas, y que bastan á las personas cuyas ocupaciones no se relacionan íntimamente con las ciencias de observación. Estas son, por consiguiente, las nociones generales que debe principalmente tratarse de grabar en la memoria de los jóvenes que van á concluir sus estudios clásicos. La Universidad, en su programa de enseñanza, ha sancionado este sistema, que nosotros nos proponemos adoptar en el presente libro.

§ 2. **División de los cuerpos naturales en tres reinos.**— La historia natural, como ya hemos dicho, trata de todos los cuerpos esparcidos por la superficie del globo, ó reunidos en el interior de la tierra; y estos cuerpos, como todos saben, son de dos especies: *cuerpos inorgánicos ó minerales*, y *cuerpos vivos ú orgánicos*. Estos últimos se dividen á su vez en dos grupos que nadie puede desconocer: los *vegetales* y los *animales*. Así es que en la ciencia, como en el lenguaje común, se distinguen en la naturaleza tres grandes divisiones ó REINOS designados con los nombres de *reino mineral*, *reino vegetal* y *reino animal*.

Al emprender el estudio de la historia natural, vese, pues, uno obligado en primer lugar á preguntarse la razón en que se apoyan divisiones tan evidentes, y á indagar cuáles sean las diferencias fundamentales que distinguen un cuerpo inerte de un cuerpo vivo, una planta de un animal.

§ 3. **Diferencias entre los cuerpos inorgánicos y los orgánicos.** — Estas diferencias son numerosas y evidentes, cualquiera que sea el punto de vista desde el cual se comparen entre sí los cuerpos inorgánicos con los seres orgánicos; origen, género de existencia, duración, modo de destrucción, forma general, estructura íntima y hasta la composición elemental, todo es diferente. Para demostrarlo bastan algunas palabras.

§ 4. **Origen.** — Hemos dicho que no tienen el mismo origen los cuerpos brutos ó inorgánicos que los seres vivos ú orgánicos. Efectivamente, cuando un cuerpo mineral se forma, nace inmediatamente de la unión de dos ó de muchas materias que por su naturaleza difieren esencialmente de la suya, y que se combinan entre sí á causa de las afinidades químicas de que se hallan dotadas. Un ser orgánico, al contrario, jamás es resultado de estas combinaciones espontáneas de la materia; no puede formarse

sino por la influencia de otro ser orgánico semejante á él, y la fuerza vital esencial á su existencia se transmite por una sucesión no interrumpida de individuos que nacen unos de otros, y que se asemejan mucho entre sí. La sal común, por ejemplo, se formará siempre que se unan dos sustancias particulares, que en nada se parecen á tal producto, el cloro y el sodio; y estas sustancias, para combinarse así, no tienen necesidad de la presencia de un cuerpo semejante al que forman. Una planta ó un animal, al contrario, jamás es creado de la misma manera, y para formarse debe necesariamente participar de un *padre*, es decir, de un cuerpo vivo desarrollado previamente y del cual procede. Estos seres parece que tienen necesidad para existir de una impulsión extraña, y esta impulsión no pueden recibirla sino de un cuerpo igual á lo que serán ellos mismos. Todos descienden de los que Dios creó cuando pobló la superficie del globo de animales y de plantas, y respecto á esto rigen las mismas leyes á todos los cuerpos vivos, desde los más sencillos á los más perfectos: la mónada sólo visible con el microscopio, lo mismo que la encina, el caballo y el hombre[1].

§ 5. **Modo de existir.** —Comparado éste entre los seres orgánicos y los inorgánicos, es igualmente característico. Los cuerpos brutos, tales como las piedras y los minerales, están en un estado permanente de reposo interior; las moléculas de que se componen no se renuevan; si aumentan en volumen, es porque otros cuerpos semejantes á ellos vienen á depositarse en su superficie; y si pierden una parte de su propia sustancia, es accidentalmente y por la acción de alguna fuerza que obra al exterior y del todo independiente de la causa de su existencia. Todo cuerpo vivo, al contrario, se halla dotado de un movimiento interior é incesante de composición y de descomposición molecular, á causa del cual se verifican cambios en su sustancia, y una parte de la materia de que está formado se renueva insensiblemente. Sin cesar se incorpora moléculas extrañas que toma del exterior, y sin cesar también destruye una parte de su materia constitutiva, devolviendo los elementos al mundo exterior. Este movimiento molecular, esta especie de remolino constituye el fenómeno de la *nutrición*,

---

[1] Antiguamente se creía que muchos animales inferiores, tales como reptiles é insectos, podían nacer sin progenitor, constituyéndose con materia muerta solamente, y esta especie de origen, que se llama generación espontánea, está aún admitida por algunos naturalistas para explicar la multiplicación de los infusorios (vegetales y animales) que, á causa de su extrema pequeñez son muy difíciles de estudiar bien. Pero semejante hipótesis no se halla conforme con los hechos rigurosamente comprobados y no descansa sino en observaciones incompletas ó erróneas.

y su continuación es indispensable á la vida de todo ser orgánico. También dependen de este movimiento interior los cambios de volumen que sufren los cuerpos vivientes; cuando su masa disminuye, es porque la cantidad de materias expulsadas excede de la de moléculas nuevas asimiladas; y cuando aumenta, es por *intususcepción*, y no por *yuxtaposición*, como sucede en los minerales; pues los materiales nuevos añadidos á su masa no se depositan en la superficie exterior, sino que penetran en su sustancia para unirse á las moléculas ya existentes, ó reemplazar las que expele el trabajo nutritivo.

§ 6. **Muerte.** — En fin, después de haber existido así durante cierto tiempo, cuyo límite máximo se halla determinado en cada especie, los cuerpos orgánicos perecen infaliblemente, mientras que los inorgánicos existen una vez formados, en tanto que una fuerza extraña no los destruya; su duración no tiene límite necesario, y no contienen en sí ningún principio de destrucción. En los seres orgánicos, lo repetimos, la muerte es siempre una consecuencia necesaria de la vida; y como tales seres no pueden nacer espontáneamente, no tardarían en desaparecer de la superficie de la tierra, si además de la facultad de alimentarse no tuviesen también la de poder reproducirse; mas esta propiedad la poseen igualmente todos los cuerpos vivos y constituye del mismo modo uno de los caracteres que distinguen esencialmente los seres orgánicos de los cuerpos inorgánicos.

§ 7. **Forma.** — Las diferencias que se notan entre los cuerpos inorgánicos y los vivientes, considerados con respecto á su forma y á su volumen, merecen también indicarse. Todo cuerpo vivo se halla de cierto modo predestinado á adquirir una forma general determinada, que no presenta al comenzar su existencia, pero que se desarrolla poco á poco; y esta forma no tiene ningún parecido con la sencillez geométrica que nos ofrecen los minerales cuando sus moléculas se reunen en cristales. Cada ser vivo se halla sometido también á un límite de volumen del cual no puede exceder, y una fuerza interior tiende á determinar su crecimiento hasta que se aproxima á dicho límite, que varía según las especies. En los cuerpos inorgánicos sucede de otra manera; su masa no tiene límites necesarios. El mármol, por ejemplo, lo mismo puede existir en un fragmento microscópico que en una montaña entera; una planta, un insecto, un pájaro, no podrá vivir si no alcanza dimensiones determinadas y jamás podrá pasar de ciertos límites que la naturaleza ha puesto á su crecimiento. Un cuerpo inorgánico puede igualmente ser dividido siempre mecánicamente, sin que por ello las porciones así separadas cambien de naturaleza y pierdan sus propiedades esenciales; las diversas partes de una masa misma

no tienen necesidad de hallarse unidas entre sí, y sólo con el pensamiento puede admitirse la existencia de un *individuo* mineral indivisible. En las plantas y los animales, al contrario, diversas partes reunidas por la naturaleza constituyen un conjunto necesario á la existencia de cada uno de ellos, un solo todo, un *ser individual* distinto de lo que le rodea, y al cual no puede mutilarse más de cierto grado, sin que deje de existir.

§ 8. **Estructura íntima.** — Ésta suministra otro de los caracteres propios de los cuerpos orgánicos. Hállanse siempre constituídos por la reunión de partes sólidas y de partes líquidas; éstas están distribuídas en proporciones más ó menos considerables por todos los puntos de su masa, y las partes sólidas para contener estos líquidos, afectan la forma de láminas delgadas ó de filamentos dispuestos de manera que circunscriben intersticios ó cavidades más ó menos aproximadas. Una disposición semejante se encuentra en todo cuerpo vivo, y á esta estructura general se da el nombre de *organización*; pero, en el reino mineral, jamás se observa análoga textura. Este modo de conformación es condición de existencia para todo ser viviente; comprenderáse fácilmente la necesidad de ello si se medita un instante en lo que hemos dicho acerca del movimiento nutritivo que constituye el fenómeno más constante y característico de la vida. En efecto, para asegurar á estos cuerpos una forma cualquiera, necesitaban evidentemente partes sólidas; y, para hacer penetrar en su tejido íntimo las sustancias extrañas destinadas á ser incorporadas, y para arrastrar al exterior las partículas que deben cesar de pertenecerle, necesitaban del mismo modo fluidos, pues sólo los fluidos ofrecen en sus moléculas bastante movilidad para prestarse á semejante movimiento. Estos fluidos debían poder introducirse por todas partes en donde hubiera vida que alimentar, en el espesor de los sólidos, lo mismo que en su superficie, y por consecuencia, estas partes sólidas debían tener necesariamente textura esponjosa y areolar. Es, pues, imposible concebir la existencia de un movimiento semejante al trabajo nutritivo, sin un modo de estructura tal como el que acabamos de indicar, y como ya lo hemos dicho, la observación demuestra que esta organización se encuentra en todos los seres vivientes, lo mismo en los vegetales que en los animales: por esto se da á estos seres el nombre general de *cuerpos orgánicos*, por oposición á los minerales, que se llaman *cuerpos inorgánicos*.

§ 9. **Composición química.** — En fin, hasta la composición elemental ó química de la materia ofrece diferencias importantes en el reino mineral, comparado á la gran división de los seres vivientes.

Un cuerpo bruto, tal como una piedra ó un mineral, puede estar formado únicamente por moléculas de una misma sustancia simple ó elemental, el hierro ó el azufre por ejemplo, ó bien resultar de la unión de dos ó más elementos químicos, cuya lista se eleva en la actualidad á más de sesenta. La naturaleza no se ha impuesto en esto ninguna restricción, y, por lo general, en un compuesto mineral, no asocia los elementos constituyentes sino en proporciones muy simples.

En los seres vivientes, no sucede lo mismo; tienen siempre composición química muy compleja; y, para darse exacta cuenta de la naturaleza de los materiales constitutivos de sus cuerpos, es preciso ordenar estas materias en tres clases. En efecto, entre estas sustancias, unas se encuentran también en el reino mineral y no ofrecen nada de particular en los animales y las plantas: el agua y diversas sales se hallan en este caso y entran en la clase de *cuerpos inorgánicos*. Otras sustancias que se pueden llamar *materias orgánicas*, el azúcar y la urea, por ejemplo, se parecen mucho á las primeras por su modo de constitución, pero no se forman en la naturaleza sino bajo la influencia de la vida. En fin, otras aún, tales como la albúmina, la fibrina y la celulosa, para las cuales conviene reservar el nombre de *materias organizadas*, ó de *materias plásticas*, de *materias viables*, se parecen á las últimas por su origen, pero se diferencian de ellas, lo mismo que de los cuerpos brutos, por caracteres químicos de la mayor importancia: resultan siempre de la reunión de tres ó cuatro elementos determinados, á saber: el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, sea solos ó combinados con un cuarto principio, el ázoe ó nitrógeno; distínguense por su poca estabilidad y por la manera como se destruyen, corrompiéndose cuando se exponen durante cierto tiempo á la influencia de la atmósfera; en fin, difieren de los cuerpos brutos por su modo de constitución molecular: pues, como la química nos enseña, todo átomo de una materia organizada resulta de la unión de un gran número de átomos de diversos elementos reunidos para formarlo, mientras que en el reino mineral, cada átomo de un cuerpo compuesto no contiene sino un número reducido de átomos elementales [1].

Ahora bien, estas materias organizadas son las que forman la base esencial de todas las partes vivientes de los animales y de las plantas, las que, de cierta manera, constituyen la trama; y las

---

[1] Así 1 átomo de ácido carbónico está formado por 1 de carbono unido á 2 de oxígeno, mientras que 1 átomo de la especie de grasa conocida con el nombre de *estearina* parece contener 140 átomos de carbono, 134 de hidrógeno y 5 átomos de oxígeno.

materias orgánicas ó minerales no llenan en la economía de estos seres sino funciones más ó menos secundarias. Todo cuerpo viviente se halla, por consiguiente, caracterizado químicamente por la presencia de los compuestos particulares de carbono, de hidrógeno y de oxígeno, ó bien de nitrógeno unido á los tres elementos que acabamos de nombrar; pues, en el reino mineral, no se conoce compuesto semejante.

§ 10. De este modo es como los cuerpos vivientes difieren de los cuerpos inorgánicos por su composición química, por su estructura íntima, por su conformación general, por su modo de origen, por su modo de existir y por su modo de destrucción. Pero, para caracterizarlos, no es necesario enumerar todas estas diferencias; basta con decir que *son seres que se alimentan y se reproducen;* pues éstos son los fenómenos más notables y más generales por los cuales se manifiesta la vida.

Lo que caracteriza esencialmente los animales y las plantas considerados colectivamente, es, pues, la *vida* de que participan estos seres, y la vida misma reducida á su más simple expresión es la facultad de alimentarse; pero como luego veremos, no se manifiesta tan simple sino raramente, y es en general la causa de una multitud de otros fenómenos.

§ 11. La ciencia no posee ningún dato sobre el *principio de la vida;* pero lo mismo que en física se personifica de cierta manera la causa del calor con el nombre de calórico, aunque no se conoce su naturaleza, en fisiología, para facilitar la expresión de los hechos, se admite la existencia de una fuerza especial como causa de los fenómenos peculiares á los seres vivientes é inexplicable por las leyes ordinarias de la química ó de la física: esta fuerza se designa con el nombre de *fuerza vital*, pero se ignoran las leyes que la rigen. Sábese únicamente que no se desenvuelve sino en los cuerpos organizados, y que para que se manifieste, deben hallarse estos cuerpos en ciertas condiciones de existencia determinadas. Así, una de las circunstancias indispensables á la manifestación de los fenómenos vitales, es la presencia de cierta cantidad de agua en el cuerpo de los seres organizados. Hay animales y plantas, en los cuales la actividad se suspende completamente por efecto de la desecación, y se presenta de nuevo desde el momento en que se devuelve al ser, muerto en apariencia, la humedad que necesita [1]; pero en la mayor parte de los casos esta privación de agua trae inmediatamente la muerte. Otra condición de existencia para los seres vivientes es la influencia

[1] Esta facultad notable se ha comprobado en los animálculos microscópicos llamados *anguilulas del trigo, rotatorios* y *tardigrados*, lo mismo que en las semillas de muchas plantas.

de cierta temperatura. En conclusión, todos tienen también necesidad de la influencia del aire.

§ 12. **Órganos.** — Por lo demás, la fuerza vital no se manifiesta sino por intermedio de *órganos* ó instrumentos más ó menos numerosos, cuyo conjunto constituye el cuerpo del ser viviente. Cada uno de los fenómenos que se desenvuelven en un animal ó en una planta es resultado de la acción de una parte determinada de su cuerpo, y existe siempre necesaria relación entre la conformación de esta parte y la naturaleza de los actos que está encargada de ejecutar. Así es que el hombre no puede ejecutar movimientos sino por medio de ciertos *órganos* ó instrumentos llamados músculos; no puede tener conocimiento de lo que le rodea sino por intermedio de los *órganos* de los sentidos, y la conformación de cada uno de dichos órganos varía según sus funciones.

§ 13. **Orden bajo el cual se estudian los seres vivientes.** — El estudio del modo de conformación de los órganos de un animal ó de una planta, constituye el ramo de la historia natural, conocido con el nombre de *Anatomía*. El estudio del modo de acción ó de las *funciones* de estos órganos, lleva el nombre de *Fisiología*.

La ANATOMÍA es, pues, la *ciencia que trata de la estructura de los cuerpos organizados*, y la FISIOLOGÍA (Ó BIOLOGÍA), es la *ciencia de la vida*. Pero estas dos ciencias tienen entre sí las relaciones más estrechas, porque la fisiología no puede prescindir de la anatomía, y la anatomía á su turno perdería casi toda su importancia si se tratase de separarla de la fisiología. En efecto, para comprender el mecanismo por medio del cual se produce un fenómeno vital, es necesario ante todo conocer la disposición material de los órganos que le sirven de instrumentos, y, por otra parte, el conocimiento de la estructura de los órganos tendría poco interés, si á la vez no se tratase de descubrir su utilidad.

La anatomía y la fisiología constituyen la base de la historia natural de los seres organizados; pero estas dos ciencias no bastan para adquirir el conocimiento de los animales y de las plantas; es necesario también estudiarlos desde otros puntos de vista. Así es que, para poder distinguir entre ellos todos estos cuerpos cuyo número es inmenso, es necesario acudir á la observación de las particularidades que presentan, las cuales pueden servir como de *caracteres* para reconocer con exactitud cada uno de ellos. Es necesario también, á fin de aliviar la memoria, *clasificarlos* para facilitar dichas distinciones, y colocarlos de manera que resulte significativo el lugar que cada uno de ellos ocupa en esta distribución, es decir, agruparlos según los diversos grados de

similitud ó de desemejanza que se observan en su naturaleza íntima; porque, con la ayuda de tales clasificaciones, se resumen en pocas palabras todos los puntos más importantes de la historia de los seres vivientes. La consideración del modo de repartición de los animales y de las plantas en la superficie del globo y de las leyes que presiden esta distribución, es también interesante. Lo mismo sucede con las aplicaciones que damos á tan variados cuerpos. En fin, la historia natural no se ocupa solamente en el estudio de los seres que viven en el día á nuestro lado; busca las trazas de los que el tiempo ha destruído, y por el examen de los restos fósiles que han dejado en el seno de la tierra sus antiguos habitantes, llega á conocer lo que existía vivo en la superficie del globo antes de la aparición del hombre.

Estos variados estudios se dividen naturalmente en dos ramos, según que tengan por objeto los animales ó las plantas. Dase el nombre de *Zoología* á la historia del reino animal, y el de *Botánica*, á la ciencia que trata de los vegetales. En este libro no tenemos que ocuparnos sino en el estudio de los animales.

CARACTERES GENERALES DE LOS ANIMALES.

§ 14. **Diferencias entre los animales y las plantas.** — Al comparar los seres organizados con los cuerpos inorgánicos, hemos hecho conocer los caracteres principales que distinguen el reino animal; mas dichos caracteres pertenecen también al reino vegetal, porque son inherentes á todo lo que vive, y al emprender la historia de los animales, tenemos también que indicar las diferencias que los separan de las plantas.

La línea divisoria entre el reino animal y el reino vegetal, no es siempre tan fácil de conocer como se creería á primera vista, pues existen seres de estructura muy simple que parece que establecen el paso entre estos dos grupos, y que embarazan á veces al naturalista cuando trata de clasificarlos; pero en la inmensa mayoría de los casos, nada es más fácil que distinguir un animal de una planta, y las incertidumbres de que acabamos de hablar puede ser que obedezcan más á la imperfección de nuestros conocimientos que á la naturaleza de las cosas; así es que no conviene que nos detengamos en esto, y podemos decir que en general los animales difieren de las plantas por caracteres de la mayor importancia, tomados á la vez de la naturaleza de los fenómenos, por los cuales se manifiesta la vida en estos seres, de su estructura y de la composición química de las principales materias que constituyen sus cuerpos.

§ 15. Los actos que ejecutan los vegetales, tienen por único objeto la nutrición del individuo ó la producción de individuos nuevos. En los animales se manifiesta la vida en forma más complicada: á la facultad de alimentarse y de reproducirse se une la de poder ejecutar, bajo la influencia de un motor interno, movimientos que tienden á un objeto determinado y la facultad de sentir, es decir, de recibir impresiones del exterior y de tener la conciencia de ello. De esto el nombre de *seres animados*, que se da á los animales, por oposición á los vegetales que se designan con el de *seres inanimados*.

Así es que los VEGETALES son *cuerpos que se alimentan y que pueden reproducirse, pero que no sienten ni se mueven voluntariamente*. Los ANIMALES son *cuerpos que se alimentan, se reproducen y sienten y se mueven voluntariamente*.

Existen también notables diferencias entre la manera como se ejercen las mismas funciones en los animales y en las plantas: así, por ejemplo, los actos con los cuales se efectúa la nutrición no son todos iguales en las dos grandes divisiones de los cuerpos vivientes; pero sólo estudiando tales funciones podremos indicar dichas diferencias, y sería prematuro detenernos aquí.

§ 16. Estas diferencias en las funciones las traen no menos considerables en la conformación de los órganos ó instrumentos cuyo conjunto constituye el cuerpo de un animal ó de una planta. Hallándose los animales dotados de mayor número de facultades que los vegetales, deben necesariamente tener órganos más variados y presentar, por consiguiente, en su organización, mayor complicación. Pero no sólo en esto difieren anatómicamente los animales de las plantas: la estructura íntima de los tejidos constitutivos de sus órganos no es la misma. Las partes que forman estos tejidos, y que son, por decirlo así, los materiales orgánicos de un vegetal, afectan esencialmente la disposición de *células* ó utrículas, provistas de paredes propias y huecas en el interior. No sucede lo mismo en los animales: los tejidos están por lo general compuestos de filamentos ó de laminillas que se entrecruzan de manera que circunscriben imperfectamente cavidades y constituyen masas ó membranas más ó menos esponjosas, pero no divididas en una multitud de utrículas independientes unas de otras como en los vegetales. Es verdad que á menudo los tesidos animales en vía de formación se presentan compuestos de utrículas; mas, por lo general, esta estructura, que es permanente en las plantas, es sólo transitoria en los animales, y no perjiste sino en corto número de órganos, en las glándulas y membranas epidérmicas, por ejemplo.

§ 17. Por último, á los caracteres tomados de las funciones

y de la estructura de los animales y de las plantas, hay que añadir aún los suministrados por la naturaleza química de estos seres. En efecto, las materias organizadas que forman la base de los tejidos vivientes, están compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno solamente en las plantas [1], mientras que en los animales resultan estas sustancias de la unión del ázoe con los tres elementos que se acaban de citar [2]. Es verdad que existen en las plantas materias azoadas [3], y que en los animales se encuentran también compuestos que no contienen ázoe [4]; pero las materias organizadas esenciales á la constitución de las partes vivientes presentan, en los dos reinos, la composición química que hemos indicado.

TEJIDOS ORGÁNICOS DE LOS ANIMALES Y DE SUS ÓRGANOS.

§ 18. Hemos ya dicho que diversas sustancias elementales, pero principalmente el ázoe, carbono, hidrógeno y oxígeno, se combinan para producir las materias de que se componen los cuerpos de los animales; y también hemos visto que, entre las sustancias así constituídas, hay algunas designadas con el nombre de materias organizadas, que forman la base esencial de todas las partes sólidas animadas por el movimiento vital. Estas materias plásticas son menos variadas de lo que se puede suponer; porque en todos los animales la trama de dichas partes vivientes parece estar compuesta principalmente de una sustancia llamada *albúmina*, ó de *fibrina*, que es probable no sea otra cosa que albúmina ligeramente modificada. Todas las sustancias sólidas del cuerpo animal se parecen también por la presencia de una proporción considerable de agua, que se halla interpuesta entre sus moléculas, y que contribuye poderosamente á darle la flexibilidad, blandura y otras propiedades físicas necesarias para que puedan llenar las funciones á que están destinadas en la economía. Mas el modo de textura de los sólidos así constituídos, varía mucho, y se da el nombre de *tejidos orgánicos* á las partes que se reunen para constituir los órganos, y de los cuales son los materiales, por decirlo así.

§ 19. Los principales tejidos orgánicos de los animales son

---

[1] Por ejemplo, la celulosa. = $C^{12}H^{10}O^{10}$.

[2] Por ejemplo, la fibrina y la albúmina = $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12}$ combinada con un poco de azufre y de fósforo.

[3] Por ejemplo, el gluten que se encuentra en la harina.

[4] Por ejemplo, las grasas.

cuatro, á saber: tejidos utricular, conectivo, muscular y nervioso.

El *tejido utricular* está compuesto de células microscópicas, de paredes propias, que parecen vejiguitas, y que algunas veces

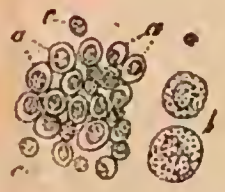


Fig. 1[1].

Fig. 2[2].

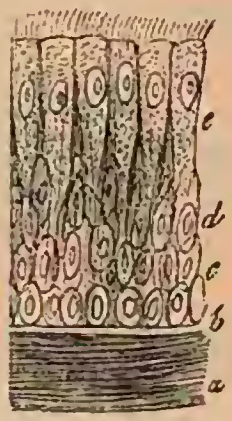


Fig. 3[3].

son libres, pero por lo general soldadas entre sí, ya directamente, ya por intermedio de una sustancia amorfa. Unas veces son estas vesículas redondas ó alargadas en forma de cilindro ó de cono y llenas de materias blandas ó fluidas de naturaleza particular; y otras son achatadas y secas, presentando el aspecto de pequeñas laminillas. Las diferentes superficies libres del organismo, sea la superficie exterior del cuerpo, sea la de las cavidades que existen en éste, están, por lo general, revestidas de una capa más ó menos gruesa de dicho tejido utricular, que en el primer caso constituye la película llamada *epidermis*, y en el segundo una película análoga llamada *epitelio*. Con frecuencia se halla provista esta última de una multitud de pequeñas prolongaciones filiformes que se parecen á los pelos de un cepillo, pero que son muy flexibles y que ejecutan movimientos flabe-

[1] Células libres ó ligeramente agregadas y aumentadas 360 veces; — *a*, células menores conteniendo un núcleo cada una; — *b*, células mayores dejando ver en su interior una materia granulosa y un núcleo; — *c*, núcleos libres.

[2] Porción de epitelio cubriendo una papila compuesta de vasos sanguíneos *a*. — Las células de la capa profunda *b*, que son las más nuevas, tienen forma redonda, mientras que las situadas encima son cada vez más chatas. Las más antiguas, *c*, se han vuelto completamente lameliformes.

[3] Porción de epitelio provisto de vellosidades vibrátiles; — *a*, capa de fibras elásticas que sostiene el epitelio; — *b*, capa de sustancia amorfa; — *c*, células en vía de desarrollo y aun redondas; — *d*, células alargadas; — *e*, células muy alargadas con vellosidades vibrátiles.

liformes. Designanse estos apéndices microscópicos con el nombre de *vellosidades ó pestañas vibrátiles.*

Otras veces la sustancia que rodea las utrículas de que acabamos de hablar se prolonga en forma de largos filamentos que se reunen por sus extremidades, constituyendo una especie de trama areolar y esponjosa llamada *tejido conectivo ó tejido celu-*

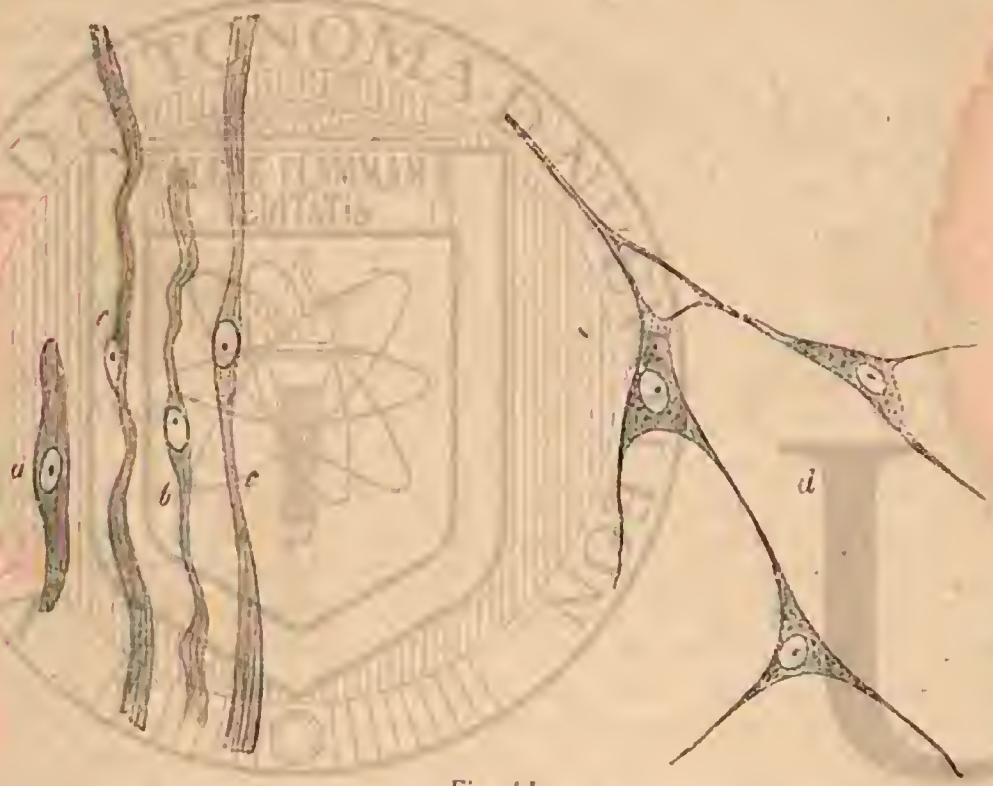


Fig. 4[1].

lar. Este tejido es una sustancia blanca, semitransparente y muy elástica, que se compone de filamentos y de laminillas más ó menos consistentes y mezcladas irregularmente, de forma que dejan entre sí cavidades ó espacios vacíos de forma y tamaño variables. Estas células ó cavidades no tienen sino paredes incompletas y no están separadas entre sí sino por una especie de materia parecida al fieltro, formada por los filamentos de que hemos hablado; así es que se comunican todas entre sí, y pueden dar paso fácilmente á los fluidos que tiendan á atravesarlas; en fin, hállanse siempre impregnadas de un líquido acuoso cargado de partículas albuminosas que ha recibido el nombre de *serosidad.*

---

[1] Partes elementales del tejido conectivo vistas en el microscopio. — *a*, *b*, *c*, células cuya sustancia envolvente se prolonga en filamentos y se subdivide en seguida en fibrillas. — *d*, trama areolar formada por la unión de prolongaciones fibrilares de esta especie

Este tejido conectivo, llamado también *tejido conjuntivo*, es el que más abunda generalmente de todos los materiales constitutivos de nuestros órganos. En algunos animales de los más sencillos, parece que forma casi todo el cuerpo, y en los que, como el hombre, la estructura es de las más complicadas, existe este mismo tejido en capas más ó menos espesas entre todos los órganos; ocupa los intersticios que éstos dejan entre sí, y se extiende en el espesor de la sustancia de ellos, en donde sirve para unir las diversas partes de que se componen, lo mismo que en la superficie sirve para ligar entre sí los diversos aparatos de la economía; mirado de cierta manera, es como la ganga de todos los órganos, y modificándose de diversos modos, da nacimiento á membranas y á sinnúmero de tejidos secundarios.

El *tejido muscular* constituye lo que vulgarmente se llama *carne* de los animales: es agente conductor de todos los movimientos, y consiste siempre en fibras susceptibles de contraerse. En ocasiones están estas fibras diseminadas, por decirlo así, en la sustancia de los órganos; otras veces se hallan agrupadas en masas, y forman *músculos*; pero cualquiera que sea su disposición, se les distingue siempre por su facultad contráctil, y en el cuerpo del hombre, lo mismo que en el de los animales, se encuentra donde quiera que hay que ejecutar movimientos.

El *tejido nervioso* es una materia blanda y ordinariamente blanquecina, que constituye el cerebro y los nervios, y que es el asiento de la facultad de sentir; al tratar de las funciones de relación, tendremos ocasión de estudiar sus propiedades y empleos.

Los demás tejidos orgánicos que concurren con los precedentes á formar las diversas partes del cuerpo de los animales, son las membranas designadas por los anatómicos con los nombres de *membranas serosas* y *mucosas*, las diversas variedades del *tejido fibroso*, las *aponeurosis*, los *tendones*, los *cartílagos*, el *tejido óseo*, etc.; pero estos tejidos no son sino modificaciones del tejido conectivo, que unas veces, como en las membranas serosas, se extiende en grandes láminas delgadas y lisas; otras, como en las aponeurosis, se llena de una multitud de fibrillas eláticas, y otras veces, como en los cartílagos y en el tejido óseo, se carga de productos orgánicos particulares que llenan los intersticios ó

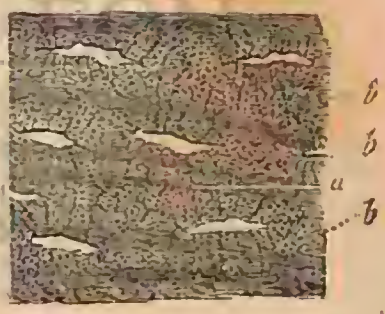


Fig. 5[1].

[1] Tejido óseo visto en el microscopio; — *b*, *b*, células que dan naci-

se solidifica por el depósito de materias minerales en las mallas de su sustancia. En cuanto al estudio más detenido de estos tejidos, encontrará su lugar más adelante.

§ 20. Estos tejidos, combinados de diversos modos y afectando formas particulares, constituyen los diferentes *órganos* ó instrumentos, con ayuda de los cuales ejercen los animales sus facultades.

Cuando varios órganos concurren á producir un fenómeno, se designa este conjunto de instrumentos con el nombre de *aparato*, y se llama *función* la acción de uno de los órganos aislado ó de uno de dichos aparatos. Dícese, por ejemplo, *aparato locomotor*, para designar el conjunto de *órganos* que sirven al animal para trasladarse de un lugar á otro, y *función de la locomoción*, para designar la acción de todas estas partes.

Como ya hemos dicho, la manera cómo un órgano ó un aparato funciona, depende de su conformación; de suerte que la estructura de los animales varía tanto como sus facultades y género de vida. En los que tienen facultades más limitadas, los órganos cuyo conjunto constituye el cuerpo presentan muy poca diversidad; mientras que en aquéllos cuyas funciones son más variadas y en los cuales la vida es, por decirlo así, más perfecta, los órganos se multiplican en proporción y el cuerpo ofrece estructura más complicada.

CLASIFICACIÓN DE LAS FUNCIONES DE LOS ANIMALES.

§ 21. Las funciones de los animales tienden á dos fines: la conservación del individuo y la conservación de su raza; mas entre las primeras hay que establecer una distinción importante: unas sirven para asegurar el mantenimiento y crecimiento del cuerpo; otras para poner al animal en relación con los seres que le rodean.

De esto resulta que las funciones ó actos de los seres pueden dividirse en tres grandes clases, á saber: *funciones de nutrición*, *funciones de relación* y *funciones de reproducción*. Las funciones de nutrición y de reproducción, como ya hemos visto, son comunes á plantas y animales, por lo cual se les da el nombre de *funciones de la vida vegetativa;* pero las funciones de relación sólo existen en los últimos y constituyen lo que los fisiólogos llaman *vida animal*.

---

miento á prolongaciones ramosas; — *a*, *a*, materia ósea que ocupa los intervalos entre las células radiadas, y que está formada por fosfato calcáreo unido á una materia orgánica análoga á la de que se componen los cartílagos.

Cada una de estas grandes divisiones fisiológicas se subdivide á su vez en varias series de fenómenos que tienden á un mismo objeto final, pero que son más ó menos distintos entre sí; en suma, cada fenómeno de éstos es, por lo general, resultado de muchos agentes. Así pues, la *nutrición* de un animal, verbigracia, no se efectúa sino por el concurso de diversas funciones, tales como la digestión, circulación, respiración, etc. El trabajo digestivo, á su vez, se compone de un número más ó menos grande de actos distintos, la masticación, la deglución, la transformación de los alimentos en quimo, la producción del quilo ó extracción de las partes esencialmente nutritivas contenidas en el quimo, la absorción de estas materias y la expulsión del residuo alimenticio ya inútil en la economía. En fin, esta masticación, esta deglución, y todos los demás actos que acabamos de enumerar, son resultado ellos mismos de diversos fenómenos particulares, tales como el movimiento muscular, del cual depende la aproximación y separación de las mandíbulas y la producción de jugos á propósito para modificar la constitución de los alimentos.

§ 22. Por lo demás, nada es más variado que la manera cómo se ejercen las diversas funciones de los animales, y, como la estructura de sus órganos está siempre en armonía perfecta con los usos á que la naturaleza los ha destinado, existe igualmente una admirable variedad en el modo de organización de estos seres. En unos las facultades son muy limitadas y la estructura de las más simples; en otros, ofrece esta estructura una complicación extrema y se manifiesta la vida en los fenómenos más variados. Á medida que adelantemos en el estudio de las funciones de los animales, tendremos que señalar esta diversidad, y, si el tiempo nos lo permitiera, podríamos también dar á cada paso pruebas de la admirable relación que existe entre el modo de organización de cada uno de estos seres y su modo de existir; pero sólo nos detendremos en estas consideraciones después de haber pasado revista á todas las funciones, porque solamente entonces podrá el lector comprender todo su alcance.

Vamos, pues, á emprender ahora el estudio de las principales funciones de los animales, tratando, en primer lugar, de las que tienen por objeto la conservación de la vida del individuo, es decir, de las funciones de nutrición.

HISTORIA

DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS ANIMALES.

I. FUNCIONES DE NUTRICIÓN.

§ 23. La nutrición de los seres vivientes, como ya hemos dicho, consiste principalmente en la introducción de ciertas materias extrañas hasta el interior de los tejidos, cuyo conjunto constituye el cuerpo; y el empleo de estas materias sirve, sea á la formación de nuevos tejidos, sea al mantenimiento de una especie de combustión lenta que se verifica en el interior de los animales, y determina sin cesar la destrucción de cierta cantidad de materia orgánica, combustión cuyos productos, convertidos en inútiles ó aun perjudiciales á la economía, son expulsados del organismo. Es, pues, evidente, que la primera condición necesaria para la producción de estos fenómenos interiores de composición y de descomposición molecular es la facultad de *absorber* las materias extrañas, es decir, de dejarse penetrar por ellas, de tomarlas del exterior y de admitirlas hasta en el centro de los órganos. La *absorción*, en efecto, es una función común á todos los seres vivientes.

§ 24. En las plantas, basta esta sola facultad para la introducción de todas las materias necesarias á la nutrición de dichos seres, y directamente extraen de lo que las rodea todo lo que debe penetrar en la sustancia de sus órganos; mas no sucede lo mismo en los animales. Bien es verdad que éstos admiten del mismo modo una parte de los materiales nuevos que deben emplear en el mantenimiento de su organismo; pero no encuentran á su alrededor todos los materiales preparados, y tienen necesidad de apropiar á su uso la mayoría de las materias nutritivas antes de absorberlas. Este trabajo preliminar, esta preparación de las sustancias alimenticias necesaria á su introducción en la economía animal por la vía de la absorción, constituye el fenómeno de la *digestión*, y puede señalarse como uno de los rasgos distintivos de los animales comparados con las plantas.

§ 25. Es, pues, por absorción que las materias tomadas directamente del exterior, ó preparadas por el trabajo digestivo, se introducen en el interior de la economía animal, en donde se mezclan á los humores del cuerpo. Estos líquidos las distribuyen en seguida por todos los sitios en que deben penetrar; algunas veces

se verifica este transporte con lentitud, y se efectúa por imbibición, es decir, por el efecto de un fenómeno interior análogo al que ha determinado su introducción en el cuerpo, la absorción; pero en casi todos los animales, la distribución rápida y regular de las materias nutritivas por todas las partes de la economía está asegurada por la existencia de corrientes que recorren constantemente todo el cuerpo, y que sirven al mismo tiempo para arrastrar las moléculas eliminadas de la sustancia de los órganos por el trabajo nutritivo. Este movimiento del fluido nutricio es determinado por la acción de un aparato más ó menos complicado, y constituye una tercera importante función de nutrición, la de la *circulación de la sangre*.

§ 26. Las sustancias nutritivas que penetran de este modo en todas las partes de la economía animal no bastan para la conservación de la vida. Efectivamente, las materias combustibles son las que pueden servir para formar los tejidos y para alimentar la especie de combustión lenta que constantemente se verifica, como ya hemos dicho, en el organismo; pero para que esta misma combustión pueda efectuarse, es necesario también oxígeno. Ahora bien, los animales encuentran en abundancia este principio comburente en la atmósfera, y, á favor de las relaciones que se establecen entre el aire y los fluidos nutricios, lo absorben sin cesar. Por la misma vía se desembarazan de una porción de materias quemadas, como se ha dicho, en el organismo; toda esta serie de fenómenos constituye un trabajo fisiológico, al cual se ha dado el nombre de *respiración*.

§ 27. Los productos de la combustión respiratoria, lo mismo que las materias eliminadas de los tejidos á causa de la renovación de moléculas inherente á la manera de crecer de los seres vivientes, se vuelven de cierta manera materias extrañas á la economía, que no deben permanecer en ella; y para que su salida sea posible, es evidente que, lo mismo los animales que las plantas, deben producir un fenómeno opuesto al de la absorción. Esto es, efectivamente, lo que se efectúa. Pero la manera cómo las *excreciones* se verifican no es idéntico: tan pronto es un simple paso, mecánico de cierta manera, de las materias más fluidas de los humores que se escapan al exterior, como un trabajo químico que opera la separación de líquidos particulares cuya naturaleza difiere esencialmente de la del fluido nutricio que las suministra. Dase al primero el nombre de *exhalación*, y al segundo el de *secreción*; por estas dos vías es por donde la economía elabora los jugos particulares necesarios al ejercicio de sus diversas funciones, á la vez que se desembaraza de todo lo que le es inútil.

§ 28. Por último, la creación de la materia viviente destina-

da á aumentar la masa de los tejidos ó á reemplazar las partes destruídas es un trabajo que el fisiólogo no debe confundir con ninguno de los fenómenos precedentes: este acto por el cual el organismo fija en su interior una materia extraña, organiza esta materia y desarrolla en ella propiedades vitales, se designa con el nombre de *asimilación*.

Así pues, las funciones de nutrición consisten esencialmente en la absorción, digestión, circulación, respiración, exhalación, secreción y asimilación.

Por lo tanto, debemos ahora estudiar sucesivamente estos grandes actos de la vida vegetativa.

ABSORCIÓN.

§ 29. La absorción es el acto por el cual los seres vivientes se apropian y hacen penetrar en la masa de sus humores las sustancias que les rodean, ó que se depositan en el interior de sus cuerpos.

Para comprobar la existencia de esta facultad absorbente, bastan algunos experimentos. Si se introduce en agua el cuerpo de una rana, de manera que el líquido no pueda entrar en la boca del animal, se encontrará, sin embargo, que al cabo de cierto tiempo aumenta el peso de éste: ahora bien, este aumento que, en circunstancias favorables, se eleva hasta la tercera parte del peso total del animal, no puede depender evidentemente sino de la *absorción* del agua por la superficie exterior del cuerpo.

Si se introduce una cantidad dada de agua en el estómago de un perro, y por medio de dos ligaduras se cierran todas las aberturas que permiten la comunicación entre la cavidad de este órgano con otras partes, se observará que el líquido desaparece al cabo de poco tiempo, porque será *absorbido* por las paredes del estómago, mezclándose así con la sangre.

Y sin embargo, no existen en la superficie de la piel ó del estómago poros [1], ni cualesquiera aberturas que conduzcan directamente á los vasos sanguíneos, y que sirvan para el paso de los líquidos absorbidos. Mas los tejidos que forman estos órganos, lo mismo que los de todas las demás partes del cuerpo, tienen una estructura más ó menos esponjosa, siendo todos más ó menos *permeables* á los líquidos.

[1] Los poros que se perciben en la superficie de la piel no atraviesan esta membrana, y no conducen sino á pequeñas cavidades que se hallan en su espesor, sirviendo sólo para secretar diversos humores ó para formar los pelos; al tratar del tacto, tendremos ocasión de hablar de la estructura de la piel.

En efecto, en el cuerpo vivo como en el cadáver, estos tejidos embeben siempre los fluidos que los bañan, y se dejan atravesar por el agua con más ó menos facilidad.

§ 30. **Mecanismo de la absorción.** — La permeabilidad de las partes sólidas de los cuerpos organizados basta para hacernos comprender cómo es posible la absorción. A favor de esta propiedad de los tejidos vivos, pueden los líquidos tener acceso por todas sus partes; pero esta propiedad no puede atraerlos, y para que penetren en el interior de los órganos, es indispensable que sean obligados á verificarlo por una fuerza cualquiera.

La atracción capilar[1] contribuye poderosamente á producir esta imbibición; mas no es ésta la única fuerza que obra en tal sentido, y para formarse una idea exacta del mecanismo con que los líquidos penetran en la sustancia de los tejidos orgánicos, es necesario conocer un fenómeno curiosísimo, descubierto por Dutrochet, y designado por este naturalista con el nombre de *endósmosis*.

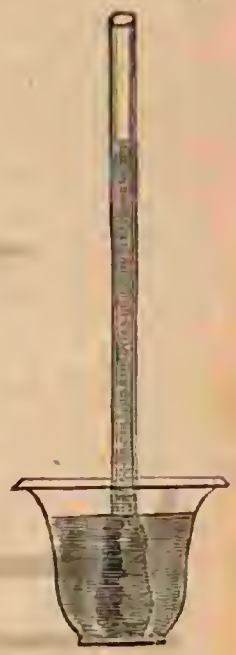


Fig. 6.

Dutrochet ha comprobado que, si se pone agua engomada en un saquito membranoso en el cual se introduce un tubo, y se coloca en agua pura (figura 6), esté último líquido se eleva en el tubo á una altura considerable. Existe, pues, verdadera absorción, y la fuerza que la determina obra frecuentemente con bastante energía para hacer equilibrio á una columna de agua de algunos centímetros. Colocando, al contrario, agua engomada ó azucarada por fuera del saco membranoso y agua pura dentro de éste, el paso se verifica en sentido inverso, y el saco, en vez de llenarse, se vacía.

Este fenómeno tiene grandísima analogía con la absorción que se opera en los seres vivientes, y la explicación es fácil de encon-

[1] Dase en física el nombre de *atracción capilar* á la que se manifiesta entre los líquidos y las paredes de un tubo muy estrecho, ó la superficie de cualquiera cuerpo que se encuentre sumergido en parte, y que determina la elevación de la porción del líquido por encima de su nivel primitivo, ó bien su descendimiento. Esta fuerza resulta, sobre todo, evidente, en el interior de tubos pequeñísimos, y determina la ascensión del líquido siempre que éste pueda mojar las paredes del tubo, y presente, por consecuencia, en su interior una superficie cóncava. Por efecto de la capilaridad sube el aceite en la mecha de una lámpara, y se extiende rápidamente el agua en todas las partes de un terrón de azúcar, cuya parte inferior solamente se ha introducido en el líquido.

trar. Hemos visto que las membranas orgánicas, lo mismo que todos los cuerpos esponjosos ó porosos, se dejan atravesar por los líquidos; pero la facilidad con que se verifique este transporte, varía según sean estos líquidos más ó menos fluidos y mojen con mayor ó menor facilidad esta especie de filtros. Si los dos líquidos colocados uno en el interior y otro al exterior del saco membranoso pudiesen atravesar con la misma rapidez las paredes de esta cavidad, se mezclarian con igualdad y se estableceria el mismo nivel en el interior del instrumento. Pero si el líquido exterior atraviesa más fácilmente las paredes del saco que el líquido interior y mezclándose con éste pierde de fluidez, la corriente de fuera á dentro será más rápida que la de sentido contrario, y el líquido se acumulará en el interior del aparato. Luego, esto es lo que se verifica cuando hay endósmosis; el agua que baña el saco que contiene el agua engomada se filtra fácilmente á través de las paredes de esta cavidad, y, cuando llega á su interior, se une á la goma y forma un líquido nuevo, cuyo paso á través de estas mismas paredes es tanto más difícil, cuanto mayor sea la cantidad de goma: debe, pues, acumularse el líquido y elevarse en el tubo vertical que comunica con el depósito membranoso.

§ 31. Los cuerpos organizados que absorven de fuera los líquidos que les rodean, están colocados en las mismas condiciones que el saco membranoso de que acabamos de hablar: puede presumirse, pues, que en todos los casos produzcan los mismos efectos causas análogas, y que la fuerza principal que determina el paso de las sustancias absorbidas á través de las membranas vivientes, es la misma que la de que depende el fenómeno de la endósmosis.

§ 32. **Órganos de la absorción.** — En ciertos animales de las clases inferiores, en aquéllos cuya estructura es menos complicada y más limitadas las facultades, no consiste la absorción sino en la especie de imbibición de que acabamos de hablar. Por el mismo mecanismo atraviesan las sustancias extrañas el espesor de las partes sólidas con las cuales están en contacto, para ir á mezclarse con los líquidos de que están llenas las areolas de estos órganos, y del mismo modo se extienden en seguida por el resto del cuerpo y penetran en el interior de todos los tejidos. En los animales en que se verifica una circulación regular, la absorción propiamente dicha, ó el paso de las sustancias extrañas del exterior al interior de la economía, se efectúa siempre de la misma manera que en los seres menos perfectos; pero desde el momento en que estas sustancias, atravesando los tejidos, penetran en los vasos abiertos en éstos, y se mezclan á los jugos nutricios del cuerpo, sucede una cosa muy diferente: porque, en

lugar de continuar extendiéndose progresivamente por las diferentes partes por efecto de la imbibición, son arrastradas por corrientes más ó menos rápidas y distribuídas inmediatamente por todos los puntos en que la misma sangre penetra. Vese, pues, que la absorción de estas materias y su transporte al interior de la economía no son ya un acto único, sino que se componen de dos series de fenómenos completamente distintos: unos, puramente locales, consisten en la imbibición de los tejidos y en la mezcla de las materias absorbidas con los humores contenidos en los vasos de estas partes; otros, dependientes de una circulación general, consisten en el transporte de estas mismas sustancias á las partes alejadas de aquéllas en que primeramente habian penetrado.

§ 33. En todos los seres, el agente principal por medio del que se efectúa este transporte es la sangre, que atraviesa los órganos en que la absorción se verifica, y que vuelve por las venas hacia el corazón para pasar nuevamente al espesor de los tejidos. Dedúcese de esto que en los animales que tienen sistema circulatorio, desempeñan las venas una parte muy notable en la absorción, y que, en la inmensa mayoría de los casos, los líquidos de que está embebido un punto circunscrito del cuerpo, se extienden por su intermedio por toda la economía.

§ 34. En muchos animales se efectúa la absorción solamente por intermedio de los vasos sanguíneos, pero en el hombre y en la mayor parte de los animales de organismo muy complicado, existe otro sistema de conductos que sirve para el mismo uso, y que parece hallarse especialmente destinado á absorber ciertas sustancias determinadas. Este sistema es el aparato de los *vasos linfáticos*.

Dase este nombre á conductos que nacen en radículas excesivamente sutiles en el interior de diversos órganos, y que, después de reunirse en troncos más ó menos gruesos, van á desembocar en las venas. Sus paredes son transparentes y muy delicadas; comunican frecuentemente entre sí por anas-

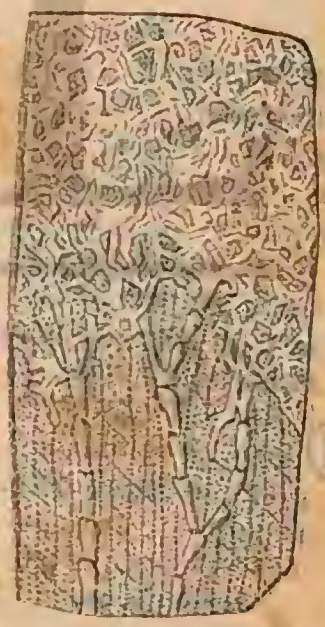


Fig. 7.ª

[1] Red de vasos linfáticos capilares, con las ramificaciones que de ellos parten, vista al microscopio.

tomosis [1], y se reunen sucesivamente constituyendo ramas más gruesas, las cuales se juntan á su vez para formar troncos de diámetro cada vez más considerable.

En el hombre y otros mamíferos se les encuentra en casi todas las partes del cuerpo, sea en la piel, sea más profundamente, y la mayor parte de estos vasos terminan en un grueso tronco llamado *conducto torácico* (véase la fig. 9), que sube en el abdomen y el tórax por delante de la columna vertebral y va á desembocar en una vena gruesa, situada cerca del corazón, á la izquierda de la base del cuello y llamada *subclavia izquierda*. Pero otros desembocan aisladamente en la vena del lado opuesto del pescuezo, ó aun, algunas veces, en diversos vasos sanguíneos situados más cerca de su origen. Durante su trayecto se les ve pasar á través de pequeños órganos irregularmente redondeados situados en las axilas, ingles, pescuezo, pecho y abdomen. La estructura y usos de estos cuerpos son aún poco conocidos: llámaseles *ganglios linfáticos*. En fin, en el interior de los vasos linfáticos existe un gran número de pliegues transversales (fig. 8) que desempeñan las funciones de válvulas, y que se oponen al reflujo del líquido contenido en su cavidad.


Fig. 8 [2].

Hase comprobado la existencia de vasos linfáticos en las aves, reptiles, batracios y peces, lo mismo que en el hombre y en otros mamíferos. En diversos reptiles y en los batracios, tales como la rana, ofrece este aparato una estructura aun más complicada que en los animales superiores, pues los vasos linfáticos están en comunicación con cierto número de depósitos contráctiles, que laten de un modo regular, y que pueden considerarse como unos corazones linfáticos.

§ 35. El líquido contenido en el sistema de los vasos linfáticos lleva el nombre de *linfa*. Cuando ésta no se halla mezclada con los productos de la digestión es ligeramente amarillenta y transparente; examinándola con el microscopio se descubren glóbulos incoloros que parecen esféricos y que son más pequeños que los glóbulos rojos, cuya existencia en la sangre hemos de señalar más adelante; abandonada á sí misma se coagula casi como este último líquido, pero con menos fuerza; en conclusión, sometida

[1] Designase con el nombre de *anastomosis* la unión ó comunicación directa de un vaso con otro.

[2] Sección vertical de un tronco linfático que deja ver las válvulas que en él se encuentran.

la linfa á análisis químico se encuentra que se halla compuesta de agua, albúmina, fibrina y diversas sales.

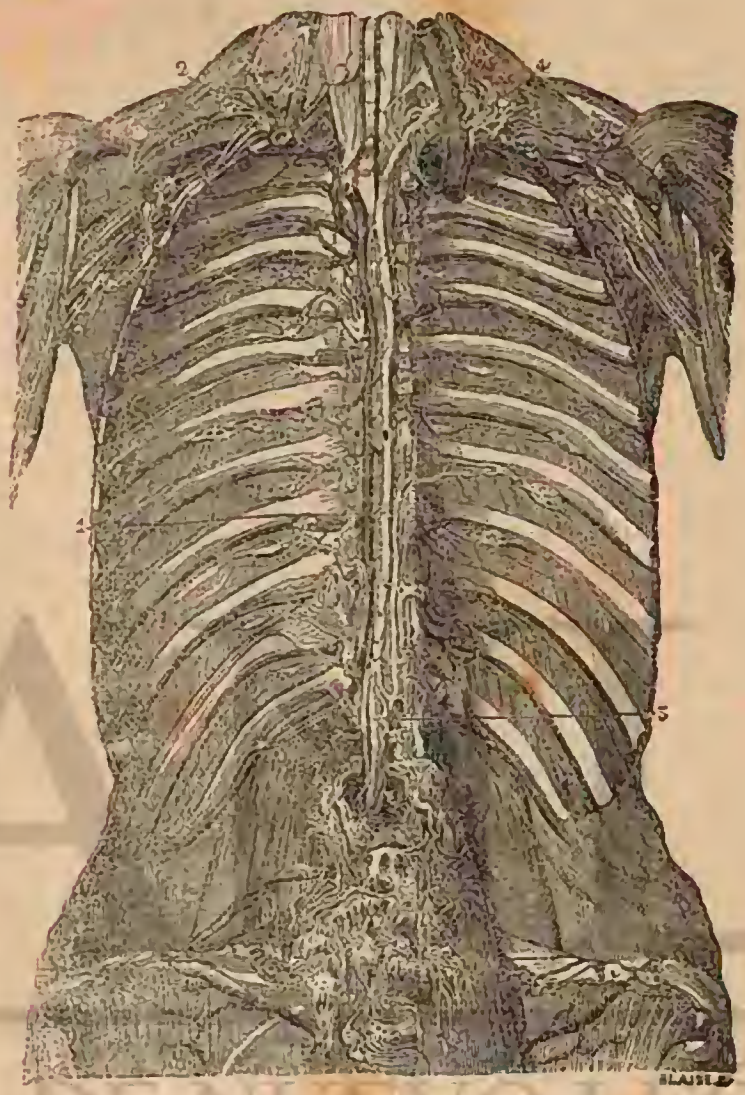


Fig. 9. — Conducto toracico.

Sábese muy poco de los movimientos de la linfa en el interior de los vasos linfáticos: como veremos al estudiar la digestión,

1 Cavidad torácica y parte superior del abdomen del hombre, abiertas para que se vea la pared posterior. — 1. Conducto torácico aplicado contra la columna vertebral y colocado al lado de la vena ácigos. — 3. Origen de este conducto, que nace de los vasos quilíferos y de los ganglios linfáticos del abdomen. — 4. Terminación del conducto torácico en la vena subclavia izquierda, cerca de la unión de este vaso con la vena yugular en la base del cuello. — 2. Grandes vasos linfáticos que vienen del lado izquierdo de la cabeza y del brazo del mismo lado, para ir á desembocar en las venas yugular y subclavia izquierdas. (Grabado tomado del *Traité d'anatomie humaine*, por Mr. Sappey.)

este líquido sube algunas veces con bastante fuerza por el conducto torácico, y en último resultado va siempre á mezclarse con la sangre en las venas gruesas situadas cerca del corazón.

§ 36. Nada es más fácil que demostrar la absorción que se verifica en ciertos órganos por intermedio de los vasos linfáticos; para ello basta abrir el abdomen de un animal cuya digestión se halle en plena actividad, pues se encuentran entonces todos los vasos linfáticos de los intestinos repletos de un líquido blanco y opaco como la leche, que proviene de las materias alimenticias, mientras que en un animal ayuno aparecen casi vacíos é incoloros.

La absorción que se verifica directamente por las venas se halla igualmente probada por experimentos hechos en animales vivos, y hasta se ha llegado á comprobar asimismo que por medio de estos vasos penetran en la economía la mayor parte de las materias absorbidas; los vasos linfáticos sirven principalmente para la introducción de los productos nutritivos elaborados por la digestión, y probablemente también para la absorción del residuo suministrado por el trabajo nutritivo en el interior de todas las partes de la economía.

§ 37. **Circunstancias que influyen en la absorción.** — Por lo que hemos dicho del mecanismo de la absorción, se comprenderá fácilmente cuáles son las principales circunstancias que deben influir en la marcha de esta función.

Así es que, siendo la primera condición de toda absorción la permeabilidad de los tejidos interpuestos entre la sustancia que debe ser absorbida y los líquidos que han de servir para efectuar el transporte, es evidente que, *en igualdad de circunstancias, debe ser este fenómeno tanto más rápido cuanto más floja y esponjosa sea la textura de este tejido.*

Otro principio igualmente fácil de deducir de los hechos ya expuestos, es que, *en igualdad de circunstancias, la rapidez de la absorción debe estar en razón del grado de vascularidad del tejido en el cual se opera.*

En efecto, la textura floja y esponjosa de los sólidos orgánicos es, de todas las propiedades físicas, la que más debe facilitar la imbibición, y siendo las venas la vía principal por la cual se extienden en la economía las sustancias absorbidas, la influencia del número más ó menos grande de estos vasos y de su grueso es demasiado evidente para que necesite ningún comentario.

En la mayor parte de los casos, bastan ya estas dos leyes para darnos la explicación de las diferencias enormes que se notan en la rapidez con que se efectúa la absorción en las diversas partes del cuerpo; hasta podrían hacernos prever estas diferencias

con sólo la consideración de la disposición anatómica de nuestros órganos.

Así es que, los pulmones, cuya estructura y funciones haremos conocer más adelante, son de todas las partes de la economía, la que tiene estructura más esponjosa y en donde está más desarrollado el sistema vascular. De esto se deduce que la absorción debe ser más rápida en estos órganos que en todos los demás; es, efectivamente, el resultado que se ha obtenido con los experimentos.

La sustancia blanda y blanquizca que se encuentra entre todos los órganos y que se llama *tejido celular ó conjuntivo*, es también muy permeable á los líquidos; pero se encuentran en ella menos vasos sanguíneos que en el tejido del pulmón: así la absorción se hace con menos velocidad que en estos órganos, sin dejar, no obstante, por eso, de ser muy rápida.

La piel presenta, al contrario, textura muy densa, y en su superficie está cubierta de una especie de barniz poco permeable formado por la epidermis; en general, son en ella los vasos sanguíneos igualmente pequeños y poco numerosos; y, como podía esperarse de tal disposición anatómica, se verifica la absorción muy difícilmente.

La poca permeabilidad de la epidermis nos explica también por qué podemos manejar sin peligro la mayor parte de los venenos más activos, siempre, sin embargo, que la piel de las manos se halla intacta, pues en este caso la absorción es casi nula; mientras que pueden resultar los accidentes más graves del contacto de estas mismas sustancias en un punto en que la piel se halla rasgada por una cortadura ó simplemente despojada de su epidermis.

Otra circunstancia que ejerce también grandísima influencia en la rapidez de la absorción, es el estado de *plétora* [1] más ó menos grande del animal.

La cantidad de líquido que puede contener el cuerpo de un animal vivo tiene sus límites, lo mismo que el grado de desecación compatible con la vida. Luego, *cuanto más se aproxime el cuerpo á su punto de saturación, más dificultad encuentran los líquidos para penetrar en su interior.*

Así es que, si se administran á dos perros dosis iguales de un veneno cuyos efectos no se manifiestan sino después de su absorción, y previamente se ha disminuído la masa de los humores en uno de estos animales por medio de una copiosa sangría, mien-

[1] La voz *plétora* (πλήθωρα, de πλήθω, estar lleno) se emplea para indicar el estado de plenitud del sistema vascular.

tras que se ha aumentado el volumen de los líquidos contenidos en el cuerpo del otro con la inyección de cierta cantidad de agua en las venas, se observará que el envenenamiento se efectúa en el primer animal con más rapidez que en los casos generales, y que en el segundo no se presentan los síntomas que denotan la absorción del veneno sino pasado mucho más tiempo.

Finalmente, la naturaleza de las sustancias absorbidas influye asimismo en la prontitud con que penetran en el espesor de los tejidos y son conducidas en el torrente de la circulación. En tesis general, puede decirse que, en igualdad de circunstancias, la absorción es tanto más rápida cuanto menos densos son los líquidos y más fácilmente mojen los tejidos: en los sólidos hay que considerar en primer lugar su grado de solubilidad y luego las propiedades físicas de las disoluciones que forman.

DIGESTIÓN.

§ 38. Una de las principales vías por las cuales se efectúa la absorción de las materias necesarias para la nutrición de los animales, es una cavidad abierta al exterior, que sirve al mismo tiempo para la preparación que diversas de estas materias deben sufrir para ponerse en condiciones de ser absorbidas. Este trabajo previo constituye, como ya hemos dicho, el fenómeno de la DIGESTIÓN.

§ 39. **Alimentos.** — Podríase dar el nombre de *alimentos* á todas las sustancias que, introducidas en el cuerpo de un ser viviente, sirven para su crecimiento ó para la reparación de las pérdidas que experimenta continuamente por la combustión respiratoria ú otra causa; pero, por lo general, se restringe más el sentido de este vocablo y no se aplica más que á las materias que no se absorben ni sirven para la nutrición sino después de haber sido digeridas. Para mayor claridad, no la emplearemos sino en esta última acepción.

Los alimentos no son menos necesarios al mantenimiento de la vida que el aire que respiramos ó que el agua que nuestro cuerpo absorbe continuamente, ya en estado líquido y en forma de bebida, ya en estado de vapor. Cuando los animales se ven privados de ellos, disminuyen sus cuerpos de volumen, se debilitan sus fuerzas y la muerte sobreviene siempre precedida de sufrimientos más ó menos prolongados.

La necesidad de alimentos se hace primero conocer por una sensación particular que se siente en el estómago: el *hambre*. Aumentase con el ejercicio, con la influencia estimulante de un

frío moderado y por la acción que ciertas sustancias amargas, tales como el cachunde, ejercen en el estómago. Por lo contrario, todo lo que tienda á disminuir el movimiento vital, la inmovilidad, el sueño, etc., tiende también á hacer menos imperiosa esta necesidad. Los animales que se entorpecen durante el invierno no toman ningún alimento durante todo el tiempo que dura su letargo; y los animales de sangre fría, como los peces y las ranas, pueden sufrir una larguísima abstinencia, cuando el ejercicio de sus diversas funciones está disminuido por la influencia de una temperatura muy baja. Pero los animales cuyo movimiento nutritivo es muy rápido, como el hombre y la mayor parte de los mamíferos, perecen en general muy pronto por falta de alimentos, y los animales jóvenes, cuya nutrición es bastante más activa que la de los adultos (puesto que el volumen de su cuerpo aumenta continuamente en vez de permanecer estacionario), mueren también de hambre más pronto que éstos. Lo que el Dante escribió con colores tan vivos en el célebre episodio del conde Ugolino, es, pues, realmente lo que sucedería si un hombre que hubiese llegado al término de su crecimiento y niños de tierna edad se encontrasen privados á la vez de toda especie de alimento.

Todos los alimentos propiamente dichos son suministrados por el reino orgánico, y á favor siempre de las sustancias que han formado parte de un ser viviente se conserva la vida del hombre y de otros animales. Estas sustancias pueden ser suministradas por el reino vegetal lo mismo que por el reino animal; mas cualquiera que sea su origen, deben contener todos los elementos químicos que entran en la composición del organismo.

Por lo demás, todos los alimentos no están destinados á cumplir la misma función fisiológica, y, teniéndose en cuenta las diferencias que presentan á este respecto, se les divide en dos clases. Los unos son aptos para servir como materiales constitutivos del organismo; sirven para formar los tejidos que componen los cuerpos vivientes, y por consiguiente pueden convertirse ellos mismos en partes dotadas de vida, propiedad que les ha valido el nombre de *alimentos plásticos*. Los otros no participan de esta facultad y sirven principalmente, á manera de combustibles, para mantener la especie de combustión que se opera en el interior de la economía animal, que es una consecuencia del fenómeno de la respiración: por esto se les llama *alimentos respiratorios*.

Los alimentos plásticos son siempre materias organizadas neutras, que están compuestas esencialmente de nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno, y que á menudo contienen también pequeñas cantidades de azufre ó de fósforo. Tales son la fibrina, principio

inmediato que es muy abundante en la carne; la albúmina, que se encuentra en los huevos; la caseína, que forma parte de la leche; el gluten, que se encuentra en los cereales, etc.

Los alimentos respiratorios son principios inmediatos orgánicos que no contienen nitrógeno, pero que son ricos en carbono y en hidrógeno: cuerpos grasos, azúcares y materias amiláceas, como la fécula, por ejemplo. No pueden bastar para la nutrición del hombre ni de ningún animal, y deben asociarse siempre á cierta cantidad de alimentos plásticos. Por esto se ha comprobado que un perro muere de hambre cuando no come sino azúcar, féculas ó grasa, y, aunque los alimentos plásticos puedan ser empleados en el organismo para mantener la combustión respiratoria lo mismo que para la reconstitución de los tejidos, son mucho menos propios para el primero de estos dos usos que los alimentos respiratorios. Así es, que todo buen régimen se compone de cierta ración de principios inmediatos pertenecientes á estas dos clases de sustancias; debiéndose notar que las materias dispuestas por la naturaleza para servir esencialmente para la nutrición de los animales, contienen siempre mezclas de este género: v. gr., la leche y los huevos.

Experimentos muy curiosos han hecho ver también que, para la mayor parte de los animales por lo menos, es indispensable el concurso de cierto número de alimentos diferentes para proveer á las necesidades de la vida. Así es que conejos alimentados con un alimento solo, como trigo, coles, avena ó zanahorias, mueren en el espacio de quince días con toda la apariencia de la inanición; mientras que alimentados con estas mismas sustancias, dadas juntas ó sucesivamente á cortos intervalos, estos animales viven y se encuentran bien.

La diversidad y multiplicidad de los alimentos es, pues, una regla importante de higiene. En esto se hallan de acuerdo los perceptos científicos con nuestro instinto, y con las variaciones que las estaciones introducen en las sustancias alimenticias que nos ofrece la naturaleza.

El hombre y los animales tienen asimismo necesidad de introducir en su cuerpo agua y diversas sustancias minerales, como cloruro de sodio ó sal común y sales de base de cal, que son necesarias para la constitución de ciertos tejidos ó líquidos de la economía (la sangre y los huesos, por ejemplo), y también por las vías digestivas penetran estas materias en el organismo; pero no se digieren antes de ser absorbidas: por esto los fisiólogos no las confunden con los alimentos propiamente dichos, y las distinguen con el nombre de *alimentos accesorios*.

§ 40. **Aparato digestivo.** — La digestión tiene por objeto:

1.°, transformar la parte digestiva de estas sustancias en un líquido á propósito para mezclarse con la sangre y apto para alimentar el cuerpo; 2.°, separar la parte nutritiva de los alimentos de las partes que no poseen ésta cualidad y que deben ser arrojadas en forma de *heces*.

Esta elaboración de las materias nutritivas se efectúa principalmente por la acción química de ciertos humores sobre los alimentos, y se verifica siempre en una cavidad más ó menos vasta que contiene estos humores, y que comunica también con el exterior á fin de recibir en su interior las sustancias destinadas á ser digeridas, y poder arrojar en seguida las heces ó residuos dejados por el trabajo digestivo. Esta especie de laboratorio fisiológico se designa con el nombre de cavidad digestiva, y se reconoce fácilmente en casi todos los animales; mientras que en las plantas, que no tienen necesidad de preparar las materias nutritivas antes de absorberlas, no se ve nada semejante.

§ 41. En algunos animales, tales como los pólipos (véase la fig. 10), la cavidad digestiva es sólo una simple bolsa que comunica con el exterior por una abertura destinada al mismo tiempo á la entrada de los alimentos y á la expulsión de las materias fecales (fig. 10, *a*). La mayor parte de los animales más inferiores, v. gr., las actinias ó anémonas de mar y las asterias ó estrellas de mar, presentan este sistema de organización. Pero, en el mayor número de los demás animales, esta cavidad comunica con el exterior por dos orificios distintos, cuyos usos no son los mismos; pues una de estas aberturas, llamada *boca*, sirve exclusivamente para la introducción de los alimentos, y la otra, llamada *ano*, está especialmente destinada á la salida del residuo fecal.

Fig. 10. — Hidra ó pólipo de agua dulce.

La cavidad digestiva afecta en este caso la forma de un tubo abierto por sus dos extremidades, y ordinariamente ensanchado hacia la mitad, á fin de que las materias nutritivas puedan acumularse mejor y permanecer allí durante el tiempo necesario para su digestión (véase la fig. 11). La especie de cámara formada por el ensanchamiento del tubo digestivo, en la cual se efectúan los

fenómenos más esenciales de la digestión, se llama *estómago*. Unas veces existe una sola de estas grandes cavidades digestivas, otras dos ó varias, notándose esta última disposición principalmente en los animales herbívoros, mientras que en los animales destinados á vivir de carne, el estómago es por lo general simple; la razón de esta diferencia es fácil de comprender, porque digiriéndose la carne más pronto y fácilmente que la hierba, no

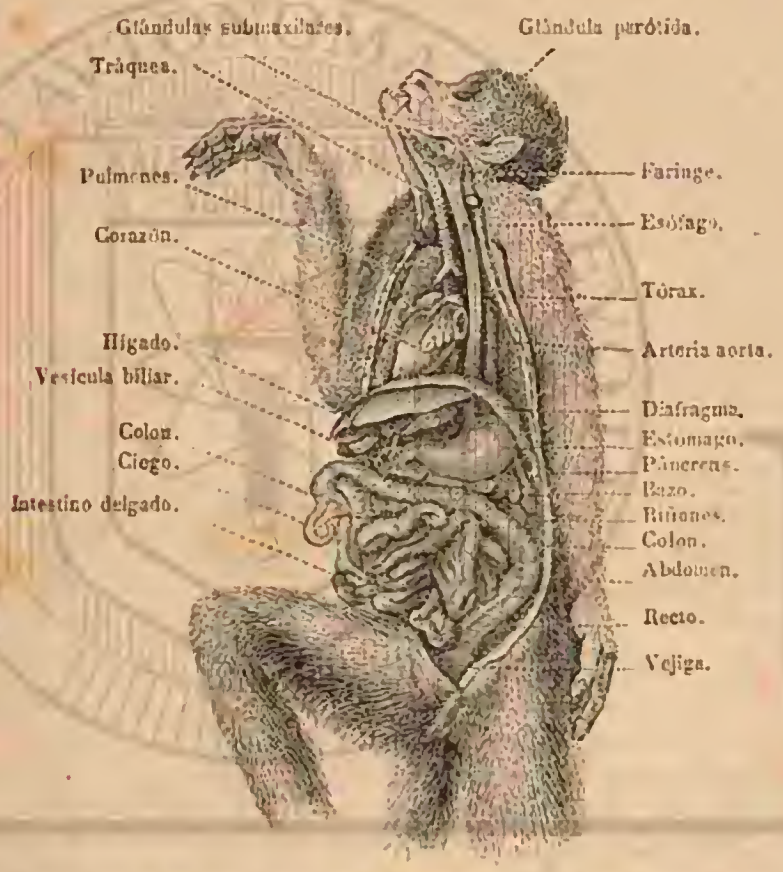


Fig. 11. — Aparato digestivo del mono.

tiene necesidad de permanecer tanto tiempo en los órganos de la digestión.

§ 42. Toda la cavidad digestiva está en tapizada por una *membrana*, llamada *mucosa*, que, por su estructura, ofrece mucha analogía con la piel, de la que es continuación, pero que difiere de ella por su textura más blanda, por la falta casi completa de epidermis, en lugar de la cual se encuentra por lo general un tejido utricular blando y túrgido, llamado *epitelio*; y, en fin, por mayor abundancia de vasillos sanguíneos y de poros secretorios. Al rededor de esta membrana mucosa se encuentra una túnica carnosa formada de *fibras musculares* más ó menos abundantes que sirve por sus contracciones, ya para empujar las sustancias ali-

menticias de la boca hasta el ano, ya para detenerlas en su marcha y hacerlas permanecer, durante cierto tiempo, en tal ó cual sitio del aparato digestivo. Finalmente, en una gran parte de su extensión, el tubo digestivo de la mayor parte de los animales se halla además cubierto de una *membrana serosa*, delgada y transparente, llamada *peritoneo*, que sirve al mismo tiempo para fijar y facilitar sus movimientos.

§ 43. La digestión de los alimentos se efectúa principalmente, hemos dicho, por la acción de diversos humores de que estas sustancias se embeben durante su permanencia en la cavidad digestiva. La producción de estos jugos digestivos resulta de un trabajo de secreción que tiene principalmente su asiento en órganos especiales, llamados de una manera general *glándulas*: así es que el aparato digestivo no se compone únicamente del tubo alimenticio, sino también de diversos órganos glandulares situados al rededor y destinados á verter en su cavidad líquidos especiales. El número de estos órganos secretorios varía en los diferentes animales, pero por lo general son bastante numerosos. Los más importantes son las glándulas gástricas, el hígado, el páncreas y las glándulas salivares.

§ 44. En conclusión, para facilitar la acción de los jugos digestivos sobre los alimentos, es conveniente que estas materias sean trituradas mecánicamente. En la mayor parte de los animales más inferiores esta trituración se verifica de un modo imperfecto, y resulta de la compresión que ejercen sobre las materias en digestión las paredes delgadas y débiles del tubo alimenticio. En ocasiones, el estómago mismo posee bastante fuerza para poder triturar los cuerpos introducidos en su cavidad: así se observa en los cangrejos, aves granívoras, etc. Pero ordinariamente, la división mecánica de los alimentos está confiada por la naturaleza á instrumentos particulares colocados hacia la entrada del tubo digestivo y dispuestos de manera que pueden dividir ó triturar dichas materias: estos instrumentos son los dientes, y se da el nombre de *órganos masticadores* á estos dientes y á las partes que sirven para ponerlos en movimiento.

§ 45. Por lo que acabamos de decir, se puede ver que, si el aparato digestivo es de una extrema sencillez en algunos animales inferiores, como los pólipos, presenta, al contrario, en los animales superiores, grandísima complicación. En estos últimos se extiende el tubo alimenticio de una extremidad del cuerpo á la otra, pero la parte mayor del aparato digestivo está colocada en una vasta cavidad que ocupa toda la porción posterior ó inferior del tronco, y que se designa con el nombre de *abdomen* ó vientre (fig. 11). En el hombre y demás mamíferos, esta cavidad está se-

parada del *tórax* (ó pecho), por un tabique carnoso, formado por el *músculo diafragma*, y termina inferiormente por el *bacinete* ó *pelvis*, especie de ancho cuello óseo, cuyo medio se halla ocupado por una especie de piso carnudo. Hacia atrás está limitada por la espina dorsal, y por delante, lo mismo que por los lados, están formadas sus paredes por anchos músculos que se extienden del tórax á la pelvis que acabamos de citar.

La superficie interna de esta cavidad está cubierta por el *peritoneo*, y esta membrana forma además varios repliegues entre las vueltas de los cuales están encerradas las principales vísceras. Estos repliegues, llamados *mesenterios*, nacen todos de la parte dorsal del abdomen, y algunos de ellos se prolongan mucho más allá del órgano que deben recubrir, formando con estas prolongaciones los pliegues que se llaman *omento* ó *redaño*.

El tubo digestivo, colocado como hemos dicho, toma nombres diferentes en sus diversas porciones. Su parte anterior ensanchada, y que sirve de vestíbulo, se llama *boca*. La cavidad que sigue se llama *faringe* ó *cámara posterior de la boca* (fig. 40); la tercera parte del conducto digestivo constituye el *esófago;* la cuarta, el *estómago;* la quinta, el *intestino delgado*, y la sexta, el *intestino grueso*, que termina en el *ano*.

§ 46. **Actos del trabajo digestivo.** — Los fenómenos que ocurren en estas diversas partes del aparato digestivo, constituyen una serie de actos más ó menos distintos, y deben clasificarse en el orden siguiente: 1.°, prehensión de los alimentos; 2.°, masticación; 3.°, insalivación; 4.°, deglución; 5.°, quimificación ó digestión estomacal; 6.°, quilificación ó digestión intestinal; 7.°, defecación; 8., absorción del quilo y de los demás productos del trabajo digestivo.

Vamos ahora á estudiar sucesivamente estos diferentes actos del trabajo digestivo y los órganos que los producen, en el hombre y en los animales que más se acercan á nosotros.

PREHENSIÓN DE LOS ALIMENTOS.

§ 47. La introducción de los alimentos en el canal digestivo se efectúa de diversas maneras, y el mecanismo varía según estas sustancias sean sólidas ó líquidas; no obstante, verifícase siempre en el hombre, ya por medio de los movimientos de la boca, ya por medio de los miembros superiores.

Para los anatómicos, no consiste solamente la *boca* en la abertura que separa los dos labios, sino en la cavidad oval formada por arriba por la mandíbula superior y el paladar, y por abajo por la lengua y mandíbula inferior, lateralmente por las mejillas,

hacia atrás por el velo del paladar, y hacia adelante por los labios. La abertura por la cual comunica con el exterior, puede ensancharse y cerrarse á voluntad, sea por el movimiento de los labios, sea por la separación ó aproximación de las mandíbulas;

Fig. 12. — Músculos de la cabeza[1].

estos movimientos son determinados por la contracción de diversos músculos de la cara y de los lados de la cabeza (véase la figura 12). Es fácil, pues, comprender cómo puede servir á la pre-

[1] *a*, músculo orbicular de los labios ó constrictor de la boca. — *b*, músculo bucinador. — *c*, músculos retractiles de los labios. — *d*, músculo masetero (uno de los elevadores de la mandíbula). — *f*, músculo temporal, cuya porción superior se ha descubierto levantando la membrana aponeurótica subcutánea de la región de las sienes (*f*), y que se fija en el cráneo. — *q*, músculo triangular de los labios. — *h*, músculo elevador de los labios. — *i*, glándula parótida. — *j*, glándula submaxilar. — La explicación de las demás letras de llamada se dará ulteriormente.

hensión de los alimentos. Los labios y las mandíbulas obran como si fueran pinzas, y cogen los cuerpos que deben ser introducidos en la boca.

En la mayor parte de los animales estos mismos órganos son los únicos que les sirven para coger los alimentos; pero en el hombre, los monos (fig. 13) y algunos otros animales, está en general más adelantada la división del trabajo, pues en éstos desempeñan los miembros anteriores tales funciones. La mano pone los alimentos en la boca, y los labios y mandíbulas se aproximan para retenerlos.

Fig. 13. — Titi de pincel, mamífero del orden de los Cuadrumanos.

Ciertos animales, cuyos movimientos son lentos ó que tienen la abertura bocal muy pequeña, se amparan de su presa con una lengua muy larga y protráctil (fig. 39). En otros, finalmente, se facilita la prehensión de los alimentos por la acción de una prolongación de la nariz, tal como la trompa del elefante (fig. 14), ó por los movimientos de especies de barbillas que rodean la boca y que, en algunos insectos, se designan con el nombre de *palpos* (fig. 15 y 16), mientras que se llaman *tentáculos* en los moluscos (fig. 17), pólipos (fig. 10), etc.

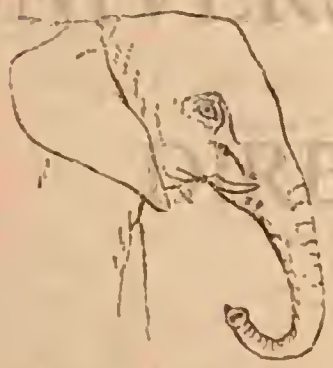


Fig. 14 — Cabeza de elefante.

§ 48. La prehensión de las bebidas se verifica de dos maneras: unas veces es vertido este líquido en la boca y cae por efecto de su propio peso; otras veces es sorbido por esta cavidad, ya por la dilatación del tórax, que lo aspira á la vez que determina la entrada del aire en los pulmones, ya por los

movimientos de la lengua, que, al retirarse hacia atrás, obra á manera de émbolo. Este último fenómeno constituye la acción de chupar ó mamar.

Fig. 15. — Insecto del género Carabo.

Fig. 16. — Maxilas del mismo insecto.

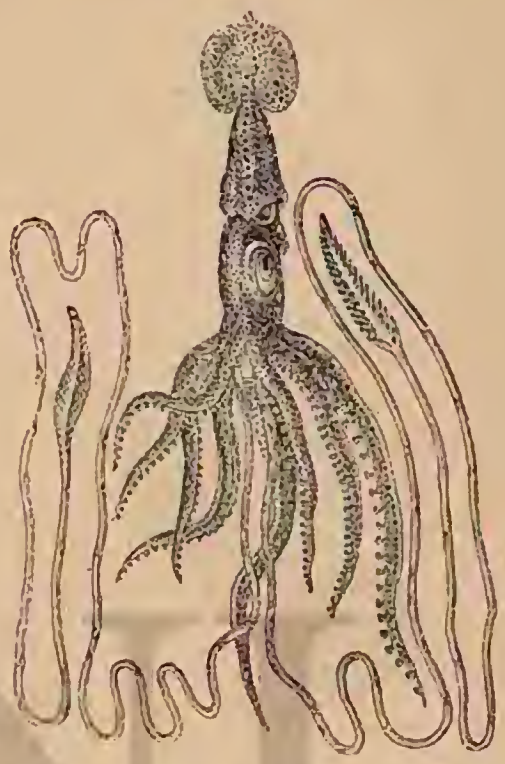


Fig. 17. — Molusco del género Calámar

Algunos animales inferiores se hallan organizados para alimentarse únicamente de líquidos que encuentran en las plantas ó que extraen del cuerpo de otros animales, en los cuales viven parásitos. Muchos insectos se hallan en este caso, y se observa que su boca, en vez de presentar la estructura ordinaria, constituye una especie de tubo ó chupador muy alargado, con el cual aspiran los jugos que necesitan, como se ve en las moscas (véase la fig. 18). Cuando tratemos de la orgnización de los insectos chupadores, expondremos más detalladamente este modo de estructura.

Fig. 18. — Bómbilo pintado.

Las bebidas no permanecen en la boca, y descienden en seguida al estómago; pero los alimentos sólidos se detienen en ella cierto tiempo para ser sometidos á la *masticación* y á la *insalivación*.

MASTICACIÓN

§ 49. La *masticación*, ó división mecánica de los alimentos, se opera, como ya hemos dicho, por los dientes.

Dientes. — Estos órganos son cuerpos muy duros que se asemejan mucho á huesos y que se hallan fijados sólidamente en el borde de cada maxilar, á fin de que puedan obrar unos contra otros. Merece estudiarse el modo como se forman. En el hombre, que elegiremos aquí como ejemplo, se desarrolla cada diente dentro de un saquito membranoso, colocado en el espesor del hueso

Fig. 19[1]. Fig. 20[2].

de la mandíbula (fig. 20, *d*). Este saquito que se llama *cápsula dentaria*, se compone de dos membranas vasculares, y contiene en su interior un pequeño núcleo pulposo, parecido á un botón, en el cual se ramifican filamentos nerviosos y muchísimos vasos (fig. 19). Este núcleo, llamado *bulbo* ó *germen* del diente, sirve para formar éste, que crece poco á poco, y que alargándose, sube hasta el borde de la mandíbula, que en seguida abre para presentarse al exterior: esta porción saliente y desnuda es lo que se llama *corona* del diente, y su *raiz*, ó porción basilar queda inserta en la mandíbula, como un clavo que se hallase introducido en madera. La cavidad ósea que contiene de este modo el diente,

[1] Sección de una cápsula dentaria aumentada para mostrar la disposición del germen, y la manera como la materia pétrea se deposita en la superficie: — *a*, cápsula; — *b*, bulbo ó germen; — *c*, vasos sanguíneos y nervios que penetran en el bulbo; — *d*, *d*, primeros rudimentos del marfil del diente.

[2] Maxilar inferior de un niño pequeño; se ha quitado la mayor parte de la superficie exterior del hueso para descubrir las cápsulas de los dientes encerradas en su interior; — *a*, encía; — *b*, borde inferior de la mandíbula; — *c*, ángulo de la mandíbula; — *d*, cápsulas dentarias.

se llama *alvéolo*, y se designa con el nombre de *cuello del diente*, el punto de reunión de la corona con la raíz. Cuando el bulbo dentario está fijado en el fondo de la cápsula por uno ó más pedúnculos, llega un momento en que la materia pétrea que se deposita en su superficie, lo rodea por todas partes y comprime sus vasos alimentadores, de modo que determina la obliteración de éstos: entonces cesa el crecimiento del diente, el bulbo se seca, y sólo una cavidad central indica el sitio de este órgano. Pero cuando el bulbo no presenta esta disposición, no tiene pedúnculo, y el diente no se forma sino en su superficie superior, dicho bulbo no cesa de funcionar, el crecimiento del diente no se detiene y no se encuentra en el interior de éstos una cavidad central. Los dientes grandes que ocupan la parte anterior de la boca de los conejos (fig. 21), presentan un ejemplo de esta disposición, y si su longitud no aumenta sin cesar, consiste en que se gastan por la extremidad libre á medida que crecen por su base.

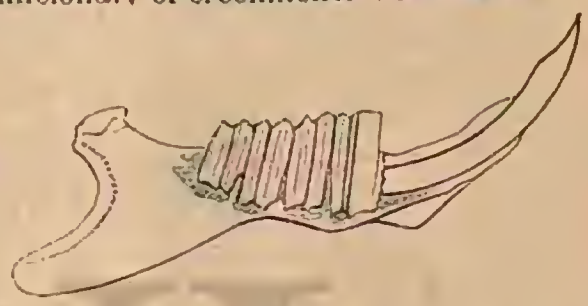


Fig. 21.—Mandíbula y dientes de un conejo.

§ 50. Distínguense también en cada diente, partes que difieren entre sí por su estructura. La sustancia que forma casi toda su masa, y que ocupa el interior, se llama *dentina* ó *marfil*; la que por lo general reviste el exterior, y que constituye, en la superficie de la corona, una especie de barniz ó cubierta pétrea, se llama *esmalte*; en fin, hacia la extremidad de la raíz de la mayor parte de los dientes, y algunas veces también al rededor de la corona (en el caballo, por ejemplo), se encuentra una tercera sustancia que cubre el esmalte, ó descansa directamente sobre el marfil cuando el esmalte falta, y que, á causa de su uso y del lugar que ocupa, ha recibido los nombres de *cemento* ó de *sustancia cortical*.

La dentina ó marfil de los dientes, se compone de una materia animal análoga á la gelatina, de fosfato de cal (en la proporción de cosa de 64 por 100 en el hombre adulto), de carbonato de cal (5 por 100 poco más ó menos), y de pequeñísima cantidad de fosfato de magnesia. El esmalte, cuyo color difiere algo del de la dentina, y cuya dureza es tan grande que suelta chispas al chocar con un eslabón como si fuera pedernal, apenas presenta algunas trazas de materias organizadas, y el fosfato de cal entra en su composición en cantidad de cerca de nueve décimos. En cuanto

á la sustancia cortical, apenas existe en el hombre; pero en el buey, en que se halla muy desarrollada, suministra por análisis químico, cosa de 42 por 100 de materia orgánica, 50 por 100 de fosfato de cal y 4 por 100 de carbonato de la misma base.

Examinado en el microscopio el marfil de los dientes del hombre y de la mayor parte de los demás mamíferos, deja percibir en su sustancia una multitud de tubos tortuosos de extrema tenuidad, que desembocan en la cavidad central (fig. 22), y que se dirigen

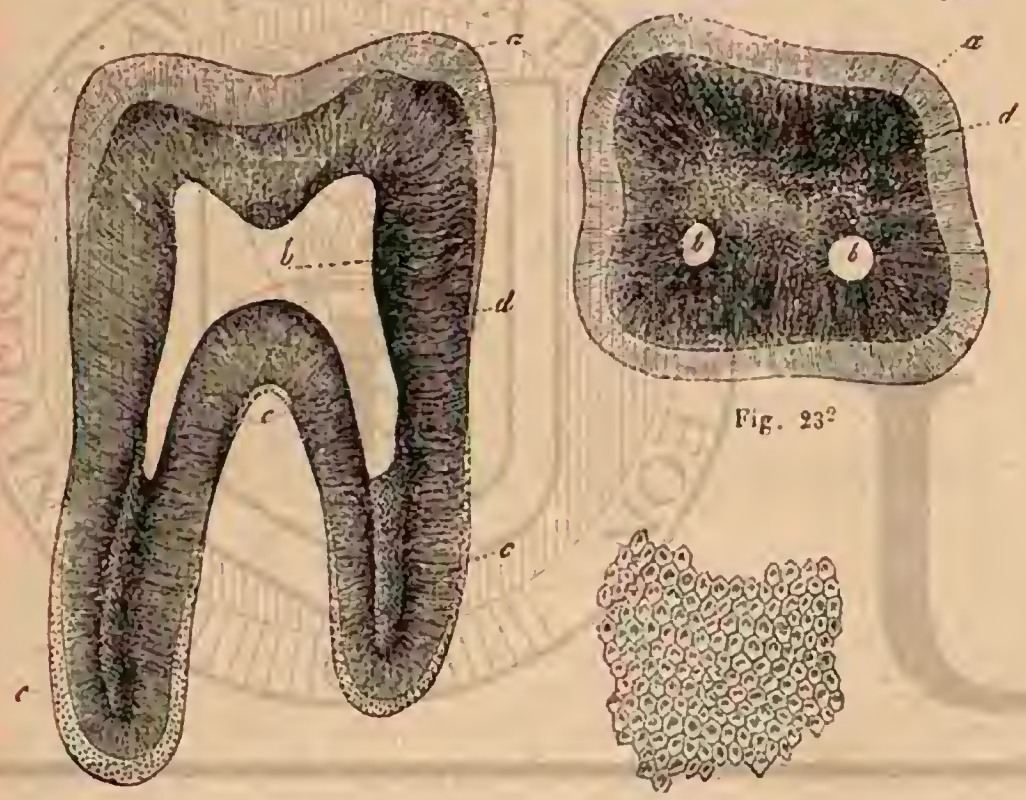


Fig. 22[1]. Fig. 23[2]. Fig. 24[3].

hacia la superficie del diente; sus divisiones terminan frecuentemente por pequeñas cavidades ó células que se parecen á las que se encuentran en el tejido óseo. Sometido, igualmente, el esmalte á la investigación microscópica, parece formado de una multitud de fibras, ó más bien de prismas hexagonales de aspecto cristalino, muy unidos unos á otros, y dirigidos casi perpendicularmente á la superficie del diente. Por último, la sustancia cortical

[1] Sección aumentada de un diente molar humano; — *a*, esmalte; — *b*, cavidad dentaria; — *c*, cemento; — *d*, dentina ó marfil, dejando ver los canalículas dentarias.

[2] Sección transversal del mismo diente.

[3] Sección transversal del esmalte, mostrando la extremidad de las fibras que constituyen esta sustancia.

se caracteriza por la presencia de muchísimas células óseas y de tubos calcíferos irregulares. Debe también notarse que estos tres tejidos no se encuentran en los dientes de todos los animales; el

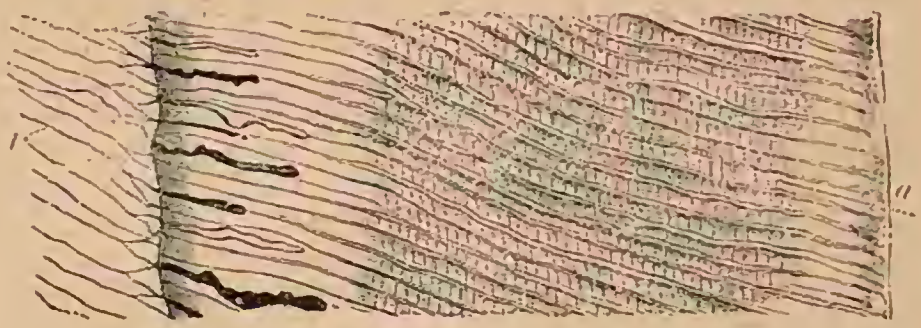


Fig. 25[1].

esmalte y la sustancia cortical falta á menudo en los peces, y en ocasiones también, en lugar de contener el diente una sola cavidad medular, contiene varias.

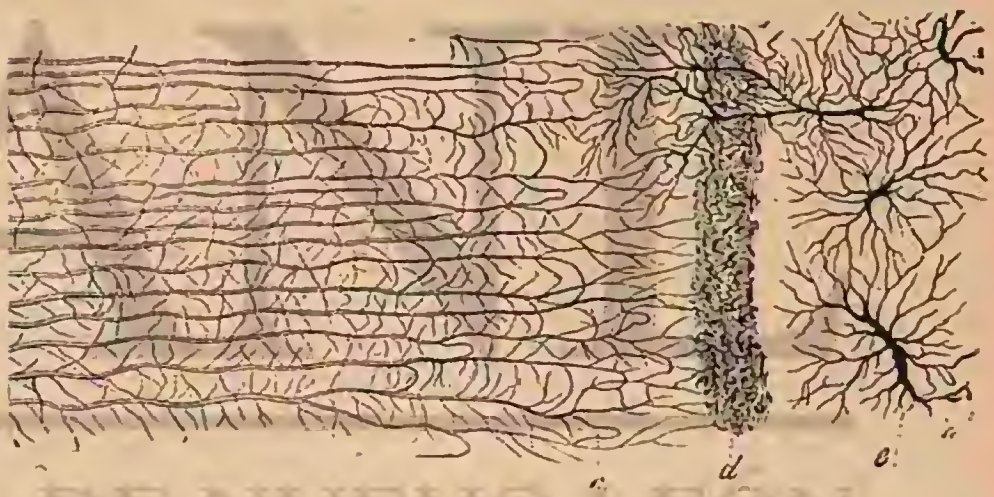


Fig. 26[2].

§ 51. Algunas veces, en lugar de estar insertados los dientes en los alvéolos, se hallan soldados por su base á la quijada, que los sostiene y forman un solo cuerpo con ella (así sucede en muchos peces); otras veces estos órganos, en vez de parecerse á huesos, no presentan sino la consistencia del cuerno. En fin, en la ballena (fig. 27), parece que se hallan sustituídos los dientes

[1] Sección transversal del esmalte, vista en el microscopio, que deja ver la extremidad de las fibras que constituyen esta sustancia; — *a*, esmalte; — *b*, marfil.

[2] Porción de marfil (*a*) cubierta por el cemento (*b*), vista en el microscopio; — *c*, canalículas; — *d*, límite del marfil; — *e*, cemento.

por unas grandes láminas flexibles conocidas con el nombre de *barbas de ballena* ó *ballenas* (fig. 29); y en otros animales, aun en la clase de los mamíferos, faltan completamente; en el hormiguero, por ejemplo (fig. 37).

Fig. 27. — Calavera de ballena con sus barbas.

Fig. 28. — Cabeza de cocodrilo gavial.

§ 52. En los animales que tragan sus alimentos sin mascarlos (v. gr.: los cocodrilos y otros reptiles), los dientes no sirven sino para coger dichas materias, y en este caso todos estos órga-

Fig. 29. — Barbas de ballena.

nos se parecen casi unos ó otros y tienen, por lo general, la forma de ganchos ó conos pequeños (fig. 28); pero en los animales que mascan los alimentos, está provista la boca de dientes de formas y usos diferentes.

Así en el hombre y mayor parte de los demás mamíferos, existen tres especies de dientes (fig. 30). Unos terminan en un borde derecho, delgado y cortante: por esto sirven para cortar las sus-

Fig. 30. — Dientes del hombre.

tancias introducidas entre las mandíbulas y han recibido el nombre de *dientes incisivos*. Otros son cónicos y, en muchos anima-

les, se adelantan mucho más que los dientes próximos (fig. 31); dichos dientes no sirven para cortar los alimentos, como los incisivos, sino para implantarlos y desgarrarlos: llámaseles *dientes caninos*. Finalmente, otros terminan en una superficie grande y desigual, y presentan las condiciones más favorables para aplastar y triturar los alimentos: éstos son los *dientes molares* ó *muelas*.

La manera cómo estos diferentes dientes están implantados en las mandíbulas varía, lo mismo que la forma de su corona, y también en esto es fácil comprender cuánto se halla de acuerdo su disposición con sus usos. Los dientes incisivos, cuya función tiende más á hundirlos en sus alvéolos que á arrancarlos, tienen una sola raíz pequeña y cónica. Los dientes caninos se prolongan en el interior de las quijadas bastante más profundamente que los incisivos, y los dientes molares, que deben resistir los mayores esfuerzos, presentan dos ó tres raices divergentes que aumentan la solidez de su inserción y les impiden de introducirse demasiado en sus alvéolos cuando tienen que soportar una gran presión.

§ 53. La disposición del aparato dentario varía en los diferentes mamíferos, según el género de alimento de que éstos están destinados á alimentarse; y esta armonía de la organización es siempre tan evidente, que, basta la inspección de su aparato masticador, para llegar á conocer el régimen, costumbres y hasta la estructura general de la mayor parte de estos animales. En

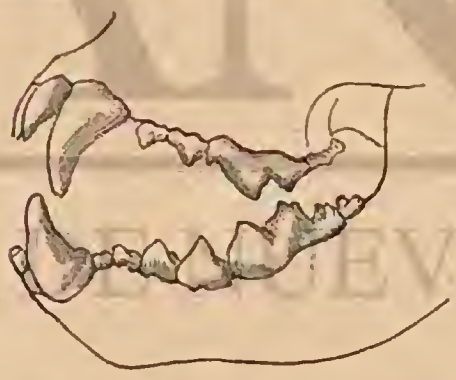


Fig. 31. — Dientes de un carnívoro.

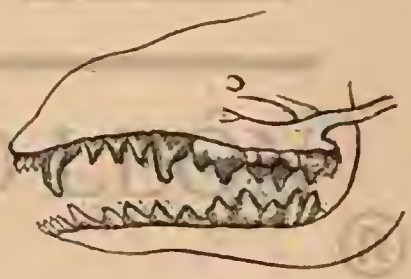


Fig. 32. — Dientes de un insectívoro.

efecto, en los que se alimentan con carne, los molares (fig. 31), son comprimidos y cortantes, á fin de obrar unos contra otros como hacen las hojas de unas tijeras. En los que viven de insectos, están estos dientes (fig. 32) erizados de puntas cónicas que se corresponden de manera que unas se encajan en los intervalos que las otras dejan entre sí. Cuando el alimento de dichos animales consiste principalmente en frutas blandas, los dientes (figu-

ra 35) se hallan provistos simplemente de tubérculos redondeados; y cuando están destinados á triturar sustancias vegetales más ó menos duras, se hallan terminados por una superficie plana y áspera como la de una piedra de molino (fig. 33). Los molares son los más útiles de todos los dientes; por esto su existencia es más constante que la de los incisivos ó la de los caninos.

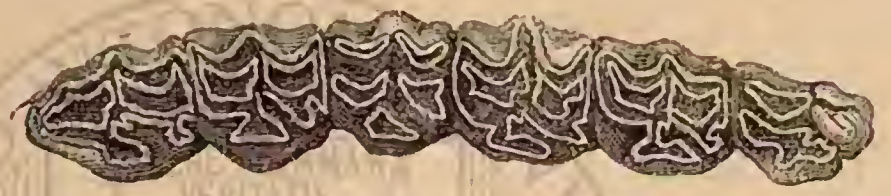


Fig. 38. — Dientes del caballo.

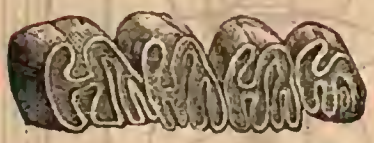


Fig. 34. — Dientes molares de un roedor.

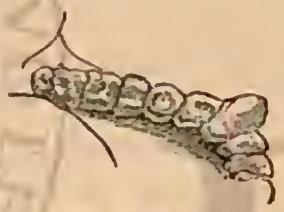


Fig. 35. — Dientes de un frugívoro.

Éstos son necesarios para coger y devorar una presa viva, y, por consiguiente, no faltan en ningún carnívoro; pero son menos necesarios á los herbívoros, y de unos y otros carecen muchos mamíferos que tienen régimen vegetal. En ocasiones también, no

Fig. 36. — Calavera de jabalí.

Fig. 37. — Calavera de hormiguero.

sirven para la masticación, pero adquieren gran desarrollo y constituyen defensas más ó menos poderosas (fig. 36).

§ 54. En la época del nacimiento se encuentra poco adelantado el desarrollo de los dientes del hombre; es bastante raro que alguno de estos cuerpos haya atravesado las encías; comunmente no comienza su evolución sino de edad de seis meses á un año. Los dientes que entonces se forman están destinados á caer-

se al cabo de pocos años y dejar lugar á otros. Llámaseles *dientes de leche*, ó de la *primera dentición*, y se cuentan veinte, á saber: en cada mandíbula cuatro incisivos, que ocupan el frente de la boca; dos caninos, situados uno de cada lado, inmediatamente después de los incisivos; y cuatro molares, colocados más atrás, dos de cada lado.

Estos dientes de leche comienzan á caerse hacia la edad de siete años y á ser reemplazados por otra serie de dientes que se han formado en las cápsulas situadas más profundamente que aquéllas de donde salieron los primeros; así es que sus raíces son bastante más largas y su inserción más sólida.

Los dientes de la *segunda dentición* son también más numerosos que los de la primera. La serie completa se compone de treinta y dos de estos cuerpos, á saber: en cada mandíbula cuatro incisivos, dos caninos y diez molares, de los cuales los dos primeros de cada lado tienen sólo dos raíces y se llaman *molares falsos*, mientras que los tres situados más atrás están provistos de tres raíces y se llaman *grandes molares ó molares verdaderos* (fig. 30). En la ancianidad cae esta segunda dentición como ha sucedido con la de leche, pero no es reemplazada y se cierran los alvéolos.

§ 55. **Mecanismo de la masticación.** — Los dientes, cuya estructura y desarrollo acabamos de estudiar, son los instrumentos pasivos de la masticación; pónenlos en movimiento las mandíbulas en las cuales están implantados. La mandíbula superior no puede moverse sobre el resto de la cabeza; pero la inferior, cuya forma se parece algo á la de una herradura, no se articula con el cráneo sino por las extremidades de sus dos ramas y puede alejarse ó acercarse á la mandíbula superior. Muchos músculos [1] insertados en este hueso por una de sus extremidades, y en las partes próximas de la cabeza por sus extremidades opuestas, determinan estos movimientos al contraerse; y los alimentos continuamente llevados entre los dientes por los movimientos de la lengua ó de las mejillas, y oprimidos así entre dos superficies duras, no tardan en ser divididos en porciones más ó menos pequeñas y como molidos.

§ 56. La importancia de esta operación es grandísima; pues cuanto más completa es la masticación, más fácil es la digestión; lo que por lo demás es bien fácil de comprender, porque esta división multiplica las superficies por las cuales pueden atacar á las

---

[1] Principalmente el músculo temporal (véanse fig. 12, *f*, y fig. 38) y el músculo masetero (fig. 12, *d*, y fig. 38).

materias alimenticias los jugos del estómago. Hemos ya visto que, en diversos animales destinados á alimentarse con sustancias duras, no existen, sin embargo, dientes; pero en este caso la naturaleza suple con frecuencia esta falta, dando á tales seres otros instrumentos de trituración. Así sucede con las aves granívoras, por ejemplo, que tienen uno de sus estómagos (la molleja) dotado de bastante fuerza muscular para aplastar los alimentos introducidos en su cavidad.

INSALIVACIÓN.

§ 57. Mientras los alimentos experimentan en la boca del hombre y de la mayor parte de los demás mamíferos la citada división mecánica, se empapan de saliva y en ocasiones hasta se disuelven en este líquido.

§ 58. La *saliva* se forma en parte en folículas ó pequeñas cavidades abiertas en el espesor de la membrana mucosa de la boca, y en parte en las glándulas situadas al rededor de esta cavidad, y compuestas de pequeñas granulaciones aglomeradas entre sí. En el hombre existen tres pares colocadas simétricamente de cada lado de la cabeza, como sigue: las *glándulas parótidas*, situadas delante de la oreja y detrás de la mandíbula inferior (fig. 12, *i*); las *glándulas submaxilares*, que se hallan bajo el ángulo de la misma mandíbula (fig. 12, *j*), y las *glándulas sublinguales*, colocadas por debajo de la lengua en el espacio que queda entre un lado de la mandíbula inferior y el otro (fig. 40).

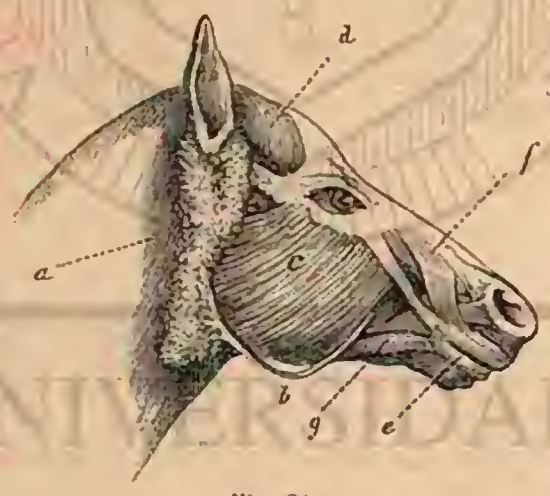


Fig. 38[1].

(1) Cabeza de caballo mostrando la glándula parótida *a*, con el canal ó conducto de Stenon *b*, que pasa por abajo del músculo masetero *c*, para abrirse en la boca por la faz interna del carrillo; la glándula submaxilar, mucho más pequeña, está cubierta por la mandíbula. — *d*, músculo temporal; — *e*, músculo orbicular de los labios; — *f*, músculos retractores del labio superior; — *g*, músculo depresor y retractor del labio inferior.

Estas glándulas comunican cada una con la boca por conductos excretorios especiales y vierten en ella la saliva en cantidad variable. Los folículos de la membrana mucosa de la boca están en parte diseminados sobre la lengua y superficie interna de los carrillos, y en parte reunidos en dos pequeños grupos situados de cada lado del istmo de la garganta (ó entrada de la cámara posterior de la boca), y llamados *amígdalas* (fig. 41).

La saliva suministrada por estas diferentes glándulas no presenta los mismos caracteres; la de las parótidas es muy acuosa, mientras que es viscosa la de las glándulas submaxilares.

De lo dicho resulta que la importancia relativa de estos diversos órganos varía según el régimen del animal. Así es que los que se nutren á menudo con sustancias secas y difíciles de tragar, como el heno, tienen necesidad de mucha saliva acuosa para humedecer el bolo alimenticio y hacerlo pasar por la garganta; necesitan, pues, de glándulas parótidas muy desarrolladas, como

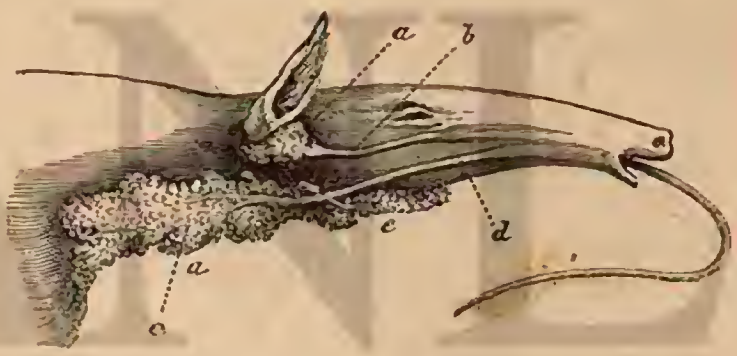


Fig. 39[1].

se encuentran en el caballo (fig. 38). En los hormigueros (fig. 39) y los tatós, que viven de pequeños insectos, de los cuales se amparan poniéndoles encima la lengua, debe estar continuamente bañado este órgano de una materia viscosa; la saliva acuosa secretada por las parótidas, sería, pues, perjudicial, de ser abundante, y necesitan mucha saliva de la espesa que producen las glándulas submaxilares; por consiguiente, estos últimos órganos adquieren grandísimo desarrollo, mientras que las glándulas parótidas son muy pequeñas.

La saliva bucal, ó saliva mixta, formada por la mezcla de estos líquidos con los que provienen de la membrana mucosa de la

[1] Cabeza de hormiguero: —*a*, glándula parótida; —*b*, conducto de Stenon; — *c*, glándula submaxilar; — *d*, conductos de Warton ó escretores de la glándula submaxilar; — *e*, glándulas sublinguales

lengua, está compuesta, en gran parte, de agua (unas 993 partes de 1.000), pero contiene también un principio especial muy notable, que se ha designado con el nombre de *ptialina* ó de *diastasis animal*, diversas sales, como sal marina (ó cloruro de sodio), y tartrato de soda. También se encuentra en ella un poco de soda libre que la hace alcalina.

La mezcla de la saliva con los alimentos es una circunstancia que tiene más importancia de lo que de pronto parece. Ella facilita la masticación, ayuda poderosamente á la deglución, y, como luego veremos, parece desempeñar también una gran función en la digestión de algunas sustancias. En efecto, la ptialina, lo mismo que la diastasis, goza de la propiedad de transformar las materias amiláceas en dextrina y en seguida en una suerte de azúcar llamada *glucosa* que es soluble en el agua [1].

Fig. 40 — Corte vertical de la boca y de la garganta.

§ 59. En los mamíferos, la cavidad bucal se halla provista hacia atrás de una especie de cortina movible, llamada *velo del paladar* (fig. 40), que permanece baja mientras dura la masticación, á fin de impedir que pasen los alimentos. Este tabique movible,

[1] La saliva que viene de las glándulas parótidas ó maxilares, y que no se ha detenido en la boca no posee esta cualidad.

que no existe en las aves y demás animales que no mascan los alimentos antes de tragarlos, se halla suspendido transversalmente en el extremo posterior del paladar, y puede aplicarse contra la base de la lengua ó elevarse para dejar libre el paso entre la boca y el resto del tubo digestivo. Cuando la masticación se halla terminada, y los alimentos, reunidos sobre la lengua en una pequeña masa llamada *bolo alimenticio*, hacen presión sobre el velo del paladar, éste se levanta y la *deglución* se efectúa.

Dase este nombre al *paso de los alimentos de la boca hasta el estómago á traves de la faringe y esófago.*

§ 60. La *faringe* (fig. 41) es una cavidad que sigue á la boca y que está colocada en la parte superior del cuello. Las fosas nasales ocupan la parte más alta de ella; esta parte alta, la separa de la boca por delante el velo del paladar; por abajo y por delante comunica con la laringe y la traquearteria, conductos por los cuales va el aire á los pulmones; finalmente, por la parte inferior y posterior se comunica con el esófago, tubo estrecho que desciende á lo largo del cuello, atraviesa el tórax, pasando entre los dos pulmones por detrás del corazón y por delante de la columna vertebral, atraviesa el músculo diafragma, y termina en el estómago (fig. 11 y 42).

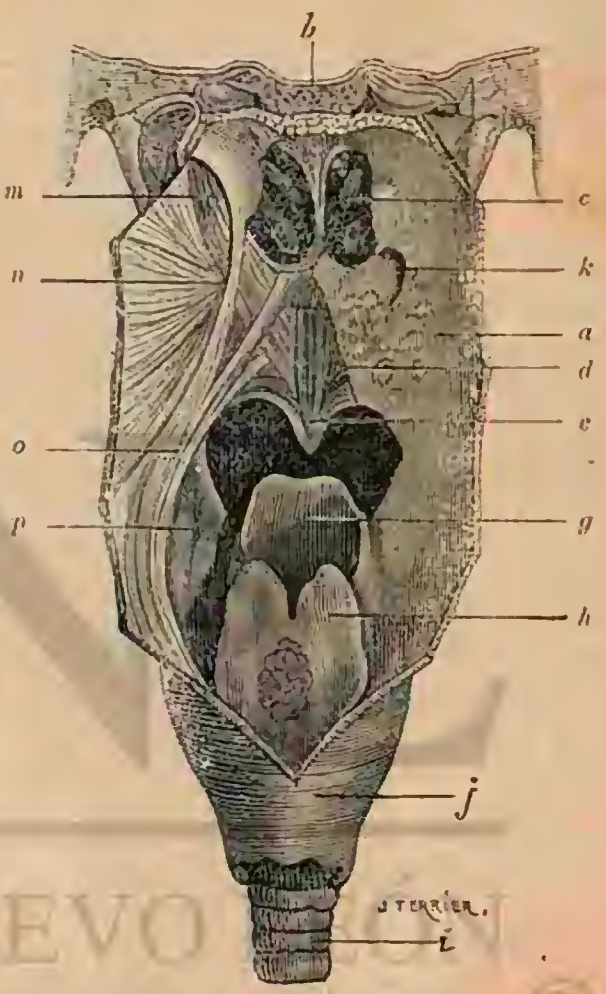


Fig. 41. — Faringe abierta por su cara posterior y vista de atrás hacia delante[1].

[1] *a*, cavidad de la faringe, cuya túnica mucosa se ha quitado en el lado derecho para dejar ver los músculos del velo del paladar, etc.; — *b*, base del cráneo; — *c*, fosas nasales; — *d*, velo del paladar; — *e*, úvula ó galillo;

§ 61. El bolo alimenticio, al bajar por la faringe, debe pasar por delante de las fosas nasales y de la abertura de la laringe (llamada *glotis*), y descender directamente al esófago. El velo del paladar facilita esto, pues elevándose contra la pared posterior de la faringe, impide á los alimentos de pasar á las fosas nasales y los dirige hacia el esófago. Para que no penetren en la glotis, esta abertura se contrae en el momento de la deglución; al mismo tiempo toda la laringe se eleva arrastrada por la base de la lengua, y al ejecutar este movimiento, hace bajar una válvula llamada *epiglotis*, que, como su nombre lo indica, está situada por encima de la glotis, y que la cubre perfectamente. No queda, pues, otro paso libre que el que conduce al estómago; y mientras se verifican estos movimientos, se encuentra el bolo alimenticio empujado hasta el esófago por la contracción de los numerosos músculos que revisten la faringe. Estas contracciones, lo mismo que los movimientos de la laringe, se efectúan con independencia de la voluntad y con mucha rapidez, de suerte que los alimentos franquean instantáneamente el paso, que puede compararse á una encrucijada, en donde la vía digestiva cruza la que sirve para llevar el aire á los pulmones. En ocasiones, sin embargo, no se ejecuta la deglución como debe ser, y sucede, como se dice vulgarmente, que los alimentos se van por mala parte, esto es, que en lugar de pasar al esófago penetran en la glotis.

Por último, llegado el bolo alimenticio al esófago, excita la contracción sucesiva de las fibras carnosas que rodean circularmente este conducto y que concluyen la deglución.

DIGESTIÓN ESTOMACAL Ó QUIMIFICACIÓN.

§ 62. Á favor del mecanismo cuyo estudio acaba de ocuparnos, llegan los alimentos al estómago, donde deben ser digeridos y transformados en quimo.

El *estómago* (fig. 42), es un saco membranoso que está colocado al través en la parte superior del abdomen, y que en el

---

— *f*, istmo de la garganta, y base de la lengua; — *g*, epiglotis levantada para dejar abierta la entrada de la laringe (*h*), que está situada por delante de la faringe y sigue á la traquearteria (*i*), que conduce á los pulmones; — *j*, esófago; — *k*, boca de la trompa de Eustaquio; — *l*, músculo elevador del galillo; — *n*, músculo constrictor medio de la faringe; — *o*, músculo constrictor inferior de la faringe; — *p*, amígdala.

hombre tiene la forma de una cornamusa [1]. Se va adelgazando gradualmente de izquierda á derecha, encorvándose á la vez sobre sí mismo, de modo que su borde superior es cóncavo y muy corto, mientras que el inferior (llamado *grande curvatura del*

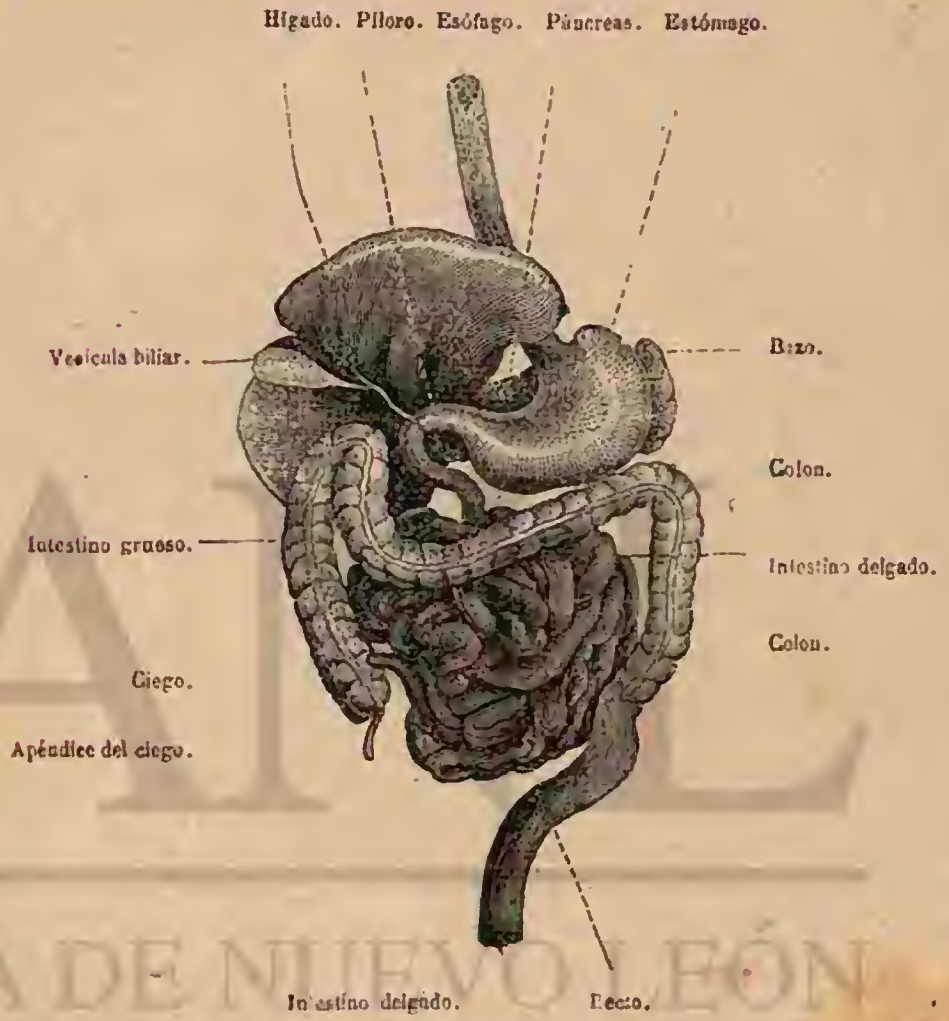


Fig. 42. — Aparato digestivo del hombre.

estómago) es convexo y largo. La abertura por la cual comunica esta víscera con el esófago, se llama *cardias* ó *abertura cardiaca*, porque está situada del lado del corazón; y la que conduce del estómago á los intestinos, se designa con el nombre de *píloro* [2]. Las paredes del estómago son muy extensibles. Cuando

[1] En efecto, con el estómago de animales que tienen este órgano muy parecido al del hombre, se hacen por lo general los depósitos de aire de las cornamusas.

[2] La voz *píloro* se deriva del griego πυλουρὸς (de πύλη, puerta, y οὐρὸς, guardia), y se ha dado al orificio intestinal del estómago, para recordar las funciones del mismo: mientras la digestión de los alimentos no se halla bas-

su cavidad no está llena de alimentos se contraen, observándose entonces en la cara interna numerosos pliegues, cuyo número disminuye á medida que el órgano se halla más dilatado. Nótanse también en la superficie de la membrana mucosa que entapiza el estómago una cantidad muy considerable de pequeñas cavidades secretorias, llamadas *folículos gástricos*, que vierten sobre los alimentos el líquido que forman.

Este líquido, que se llama *jugo gástrico*, es, como veremos luego, uno de los agentes más importantes de la digestión, pues su acción sobre los alimentos, es la que determina la transformación de éstos en quimo. Cuando el estómago está vacío, se forma pequeñísima cantidad de este líquido, pero cuando las paredes de dicho órgano se hallan excitadas por el contacto de los alimentos, y sobre todo, de alimentos sólidos, corre el jugo gástrico con abundancia y tiene siempre propiedades ácidas muy marcadas.

§ 63. Las sustancias alimenticias que se acumulan en el estómago son bastante comprimidas por la acción de las paredes musculares del abdomen, y tenderían á subir por el esófago, si la porción de este conducto próxima del cardias no se hallase cerrada por la contracción de sus fibras musculares. En ocasiones es vencida esta resistencia, y los alimentos suben hasta la boca y aun son lanzados fuera de ella: fenómenos que llevan los nombres de *regurgitación* y de *vómitos*.

Por otra parte, los alimentos no pueden atravesar sin detenerse el estómago, penetrando en seguida en los intestinos, porque la abertura del píloro se halla completamente cerrada por la contracción enérgica de las fibras musculares que la rodean.

§ 64. Los alimentos son, pues, detenidos en el estómago, acumulándose principalmente en la parte cardiaca de este órgano. Algunas de las sustancias ingeridas son entonces simplemente absorbidas por las paredes del estómago, y penetran en la sangre sin haber sufrido alteración previamente; el agua, el alcohol de poca graduación y algunos otros líquidos se hallan en este caso. Otras sustancias penetran en el intestino, y hasta son expulsadas con los excrementos sin haber sido alteradas; pero por lo general, los alimentos (principalmente la carne), son digeridos en dicha cavidad, y transformados por consiguiente en una masa pulposa y semilíquida, llamada *quimo*.

Obsérvase al principio, que los fragmentos colocados hacia la superficie de la masa alimenticia y cerca de las paredes del estó-

---

tante adelantada para que éstos puedan pasar al intestino, permanece el *píloro* contraído é impide su paso; pero cuando los alimentos se transforman en quimo, la abertura se dilata y deja el paso libre.

mago se empapan de jugo gástrico, se vuelven ácidos como este líquido, y se ablandan poco á poco de la superficie hacia el centro. Toda la masa de los alimentos concluye por sufrir la misma alteración; y, á causa de este reblandecimiento, se transforman estas sustancias en la materia llamada quimo, que como ya se ha dicho, es una masa blanda, de color pardo por lo general y de olor nauseabundo.

§ 65. **Naturaleza del trabajo digestivo.** — Se han efectuado numerosos experimentos con el objeto de averiguar lo que pasa en el estómago durante la digestión de los alimentos. Los más notables son los hechos por Reaumur y por Spallanzani, célebre fisiólogo de Módena. En la época en que Reaumur emprendió sus indagaciones se creía que el fenómeno en que nos ocupamos era simplemente una especie de trituración, y que el quimo era sólo alimentos desmenuzados hasta ser reducidos á pulpa; pero este naturalista demostró que era otra cosa. Hizo tragar á aves alimentos encerrados en tubos y en unas especies de cajitas metálicas, cuyas paredes se hallaban atravesadas por muchos agujeritos, de modo que quedasen los alimentos preservados de todo frotamiento, pero no de la acción de los líquidos contenidos en el estómago, y encontró que la digestión se hacía como en circunstancias ordinarias. Spallanzani repitió estos experimentos y dedujo, con razón, que el jugo gástrico debía ser la causa principal de la quimificación de los alimentos. Finalmente, para mejor demostrarlo, verificó aún experimentos muy ingeniosos. Hizo tragar á cuervos y otras aves pedazitos de esponja atados á bramantes que servían para sacar estos objetos del estómago después que, permaneciendo en él algunos minutos, se hallasen empapados de los líquidos contenidos en esta cavidad. Así obtuvo considerable cantidad de jugo gástrico, que colocó en vasitos con carne convenientemente picada; tuvo al mismo tiempo el cuidado de elevar la temperatura á fin de imitar, tanto como fuera posible, las condiciones en las cuales se efectúa la quimificación, y al cabo de algunas horas vió la masa alimenticia sometida á esta digestión artificial transformarse en una materia pulposa, semejante de todo punto á la que forma en el estómago á causa de una digestión natural.

Otras observaciones hechas sobre el hombre mismo han conducido á resultados semejantes. Las que se deben á un médico americano, el doctor Beaumont, presentan sobre todo grande interés: fueron hechas en un joven en buen estado de salud, pero cuyo estómago había sido abierto por la herida de un balazo, quedando la cura imperfecta, de modo que la herida, aunque cicatrizada, dejaba abierto un orificio por el cual se veía fácil-

mente todo lo que pasaba en el interior de este órgano. De esta suerte se aseguró dicho médico, que los alimentos, al llegar al estómago, excitan la secreción del jugo gástrico, se embeben de él, y son en seguida digeridos sólo por la acción de este agente: pues, cuando los retiraba del estómago así embebidos, los veía seguir transformándose poco á poco en una masa quimosa. Por medio de un tubo le era fácil también procurarse jugo gástrico, que él veía rezumar de las paredes del estómago; y empleando este líquido como ya lo había hecho Spallanzani para digestiones artificiales, consiguió transformar pedazos de carne de vaca en una sustancia semifluida, parecida al quimo que esta materia alimenticia habría producido en la digestión natural.

Luego es evidente que el *jugo gástrico es la causa principal de las alteraciones que los alimentos experimentan mientras permanecen en el estómago*, y el conocimiento de este hecho nos lleva á indagar cuál es el principio que da á este líquido propiedades tan notables.

§ 66. Hasta hace poco tiempo se atribuía el poder disolvente del jugo gástrico al ácido clorhídrico (ó hidroclórico) y al ácido láctico, que entran siempre en su composición. Estos ácidos poseen en efecto la propiedad de atacar muchas de las sustancias que más se emplean ordinariamente en la alimentación, pero su acción es demasiado débil para explicar los fenómenos de la quimificación; y según experimentos que se deben á Eberle, Schwann y Müller, de Berlín, se ve que el jugo gástrico contiene una materia particular cuya acción sobre la mayor parte de los alimentos es bastante análoga á la de la *diastasis* sobre el almidón. Esta materia aun imperfectamente conocida y á la cual se ha dado el nombre de *pepsina*, no obra sino cuando se halla combinada con un ácido, el ácido clorhídrico ó el ácido láctico, por ejemplo, y en este caso posee la propiedad de disolver la fibrina, la albúmina coagulada y otras muchas sustancias alimenticias de las más sólidas; determina igualmente cambios notables en la naturaleza química de algunas de estas materias, en la albúmina, verbigracia.

Ciertas sustancias alimenticias, tales como la fécula y el gluten, no son disueltas por la pepsina, y para ser digeridas en el estómago deben previamente haber sido sometidas á otros agentes. La saliva es uno de estos disolventes; y en los animales que se alimentan especialmente con sustancias vegetales existe á menudo, entre la boca y el estómago propiamente dicho, una primera cavidad destinada á guardar los alimentos mientras se embeben de este líquido: en los mamíferos del orden de los ru-

miantes, este primer estómago se designa con el nombre de *panza* (fig. 43); y, en las aves, se llama *papo* ó *buche*.

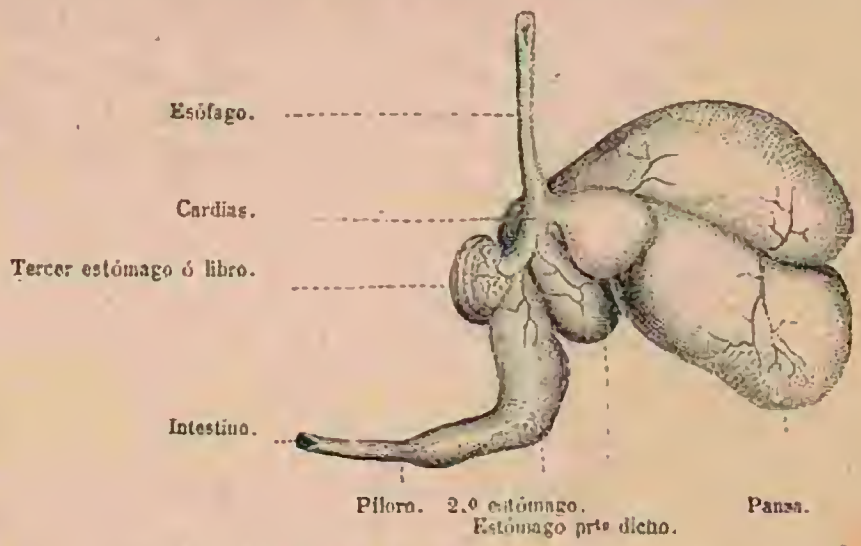


Fig. 43. — Estómago del carnero.

Así es cómo por la acción de la saliva, y sobre todo del jugo gástrico, se transforman los alimentos en quimo; pero ciertas sustancias, tales como las materias grasas, pueden resistir á estos líquidos y pasar por el estómago sin ser disueltas: para la digestión de ellas es necesario la influencia de otro agente, y como veremos en seguida, lo encuentran siguiendo más adelante por el tubo intestinal.

Durante el tiempo que se opera la quimificación, ocurren en las paredes del estómago contracciones circulares que se suceden primeramente de derecha á izquierda; pero, después de cierto tiempo, estos movimientos vermiculares, que se llaman *peristálticos*, se efectúan en sentido opuesto y llevan el quimo hacia el píloro y luego hasta el intestino delgado.

DIGESTIÓN INTESTINAL.

§ 67. **Intestinos.** — La porción del canal digestivo en la cual penetran los alimentos después de su digestión en el estómago lleva el nombre de intestino (fig. 42). Es un tubo membranoso que da vueltas sobre sí mismo, de diámetro poco considerable, pero cuya longitud es muy grande, alcanzando, en el hombre, la de siete veces el tamaño de su cuerpo. En los animales que se alimentan exclusivamente con carne, son por lo general los intestinos más cortos que en el hombre y demás animales omnívoros; mientras que en los herbívoros es su lon-

gitud mucho más considerable. Así se ve que en el león no tiene sino próximamente tres veces el tamaño de su cuerpo y en el carnero llega con frecuencia á veinte y ocho veces el tamaño del suyo. Fácilmente se encuentra la razón de estas diferencias; pues es evidente que las sustancias herbáceas, que se digieren con mucha lentitud y que contienen una pequeña parte de materia realmente nutritiva, deben permanecer más largo tiempo en el canal alimenticio que la carne muscular, cuya digestión es rápida y en la cual casi toda la masa se compone de materias nutritivas.

Los intestinos, como ya hemos dicho, se hallan colocados en el abdomen y situados en los pliegues de una membrana llamada *peritoneo*, que los fija á la columna vertebral (fig. 11). Compónense de dos partes distintas: el *intestino delgado* y el *intestino grueso*.

El *intestino delgado* sigue al estómago, y en su interior se concluye la digestión. Es de pequeñísimo diámetro y tiene como las tres cuartas partes de la longitud total de los intestinos. Su superficie exterior es lisa, las fibras musculares que lo envuelven están muy apretadas unas contra otras, y la membrana mucosa que cubre el interior presenta en la superficie un sinnúmero de pequeñísimas glándulas tubuliformes, *folículos* y pequeños

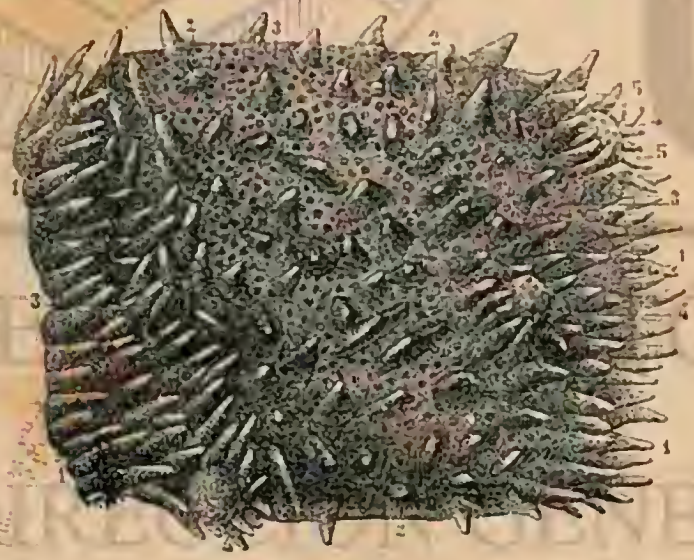


Fig. 44[1].

apéndices salientes llamados *vellosidades* (fig. 44). Nótanse también en ella muchos pliegues transversales, llamados *vál-*

[1] Porción de la membrana mucosa del intestino delgado, muy aumentada para que puedan verse las vellosidades (1, 2 y 5), los orificios de las glándulas tubuliformes y los folículos cerrados (3 y 4).

vulas conniventes. Los folículos secretan sin intermisión un humor viscoso, cuya cantidad es muy considerable. Las vellosidades, como veremos en seguida, parecen servir especialmente para la absorción de los productos de la digestión, y las válvulas conniventes para retardar la marcha del quimo.

Los anatómicos distinguen en el intestino delgado tres porciones: *duodeno*, *yeyuno* é *íleon;* pero esta distinción tiene poca importancia en fisiología.

§ 68. **Hígado y páncreas.** — Las materias alimenticias que penetran en este intestino se mezclan en él con humores secretados por sus paredes y con dos líquidos especiales, la *bilis* y el *jugo pancreático*, que se forma cada uno en un órgano glandular situado cerca del estómago.

El hígado (fig. 42), que es el órgano productor de la bilis[1], es la víscera más voluminosa del cuerpo. Hállase situado en la parte superior del abdomen del hombre, principalmente del costado derecho, y desciende hasta el nivel del borde inferior de las costillas. Su faz superior es convexa y su faz inferior irregularmente cóncava. El color de este órgano es rojo oscuro; su sustancia es blanda y compacta; y cuando se desgarra se nota que parece formado por la aglomeración de pequeñas granulaciones sólidas en las cuales desembocan los vasos sanguíneos y de donde nacen los conductos excretorios destinados á llevar la bilis al exterior.

Estos canales excretorios se reunen sucesivamente unos con otros para formar ramificaciones y luego un tronco que sale del hígado por la faz inferior de este órgano para dirigirse al duodeno y que comunica también con una bolsa membranosa adherida al hígado, habitualmente dilatada por la bilis y llamada *vesícula biliar* ó *vejiga de la hiel*. La terminación del canal se ve en el duodeno, á poca distancia del estómago.

En los animales inferiores se halla con frecuencia reemplazado el hígado, sea por una aglomeración de tubitos con sus extremos cerrados é insertados en las ramificaciones de un canal excretorio (como en los cangrejos); sea por vasos sencillos, pero muy largos, como en los insectos. Finalmente, en los seres de organización más simple falta completamente ó se halla reemplazado por un tejido glandular que rodea una parte del intestino; pero es uno de los órganos secretorios de existencia más constante en el reino animal.

§ 69. La *bilis* es un líquido viscoso, verdoso y de sabor

[1] Más adelante veremos que el hígado desempeña también otras funciones, y suministra á la sangre materias especiales á la vez que vierte en los intestinos el líquido de que aquí tratamos.

muy amargo, que es siempre alcalino y que tiene mucha analogía con el jabón. Disuelto en agua se encuentra en él una sal formada de sosa unida á un ácido graso de naturaleza particular, colestrina, un principio colorante, un poco de oleato ó margarato de sosa y moco.

§ 70. El *jugo pancreático* tiene mucha analogía con la saliva, tanto por sus propiedades físicas como por su composición y sus propiedades químicas; pero posee además la facultad de emulsionar rápidamente las grasas. La *glándula páncreas*[1], que lo forma, se parece también á las glándulas salivares. Es una masa granulosa, que en el hombre se encuentra dividida en numerosos lóbulos y lobulillos de consistencia bastante firme y de color gris claro tirando un poco á rojo y que está colocada transversalmente entre el estómago y la columna vertebral (fig. 42). Cada una de las granulaciones que forman esta masa da nacimiento á un pequeño conducto excretorio, y todos estos conductos se reunen para formar un canal que se abre en el duodeno cerca de la embocadura del que viene del hígado (fig. 42).

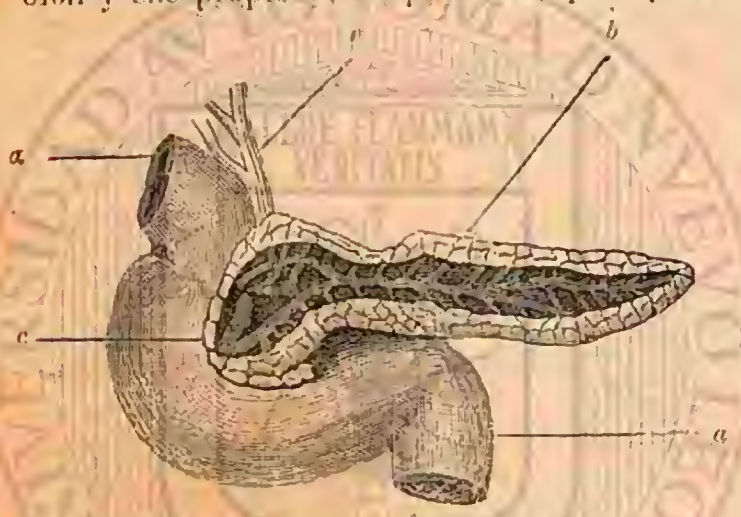


Fig. 45. — Páncreas[2].

§ 71. **Digestión intestinal.** — Ya hemos visto que los movimientos peristálticos del estómago empujan el quimo en el duodeno á través del píloro. Esta abertura está provista de una válvula circular que se opone á la vuelta de dicha materia al estómago; y la presencia del quimo en el intestino determina, en este tubo, contracciones análogas á las del estómago, y que se parecen bastante á los movimientos de un gusano al arrastrarse. Á favor de estos movimientos vermiculares, se acumula el

[1] La voz *páncreas*, que significa todo carne (del griego πᾶν, todo, y κρεάς, carne) se dió á esta glándula antiguamente, pero la sustancia de que se compone está lejos de ser carne.

[2] *a*, porción del intestino duodeno; *b*, páncreas abierta para mostrar su conducto excretorio y la porción terminal del conducto colédoco (*c*) que van terminar en el intestino uno al lado del otro (*e*).

quimo en el intestino y adelanta cada vez más en el interior del tubo. Durante este trayecto se mezcla con la bilis y demás humores que encuentra, y poco á poco cambia de propiedades; vuélvese amarillento, amargo, cada vez menos ácido, luego alcalino; y ciertas materias alimenticias que han resistido la acción del jugo gástrico se disuelven á su vez, ya en el jugo pancreático, ya en el fluido biliar. De esta manera se digieren la mayor parte de las sustancias amiláceas y grasas; y mientras se acaba este trabajo, se desprenden de la masa alimenticia diversos gases que dilatan más ó menos el intestino y que consisten principalmente en ácido carbónico y en hidrógeno; en ocasiones hay también desprendimiento de nitrógeno. Finalmente, las partes más fluidas de la masa quimosa son al mismo tiempo absorbidas por las paredes del tubo digestivo; hacia la tercera parte inferior del intestino delgado llega ya muy poca, y la pasta formada por el residuo del quimo, por la bilis y los demás humores ya mencionados, adquiere en esta porción del tubo alimenticio, más consistencia, toma un color más oscuro y pasa al intestino grueso.

EXPULSIÓN DEL RESIDUO DE LA DIGESTIÓN.

§ 72. Las materias alimenticias que no han podido ser transformadas en quilo ó absorbidas directamente deben lanzarse al exterior, y para esto penetran en el intestino grueso en donde se acumulan.

El *intestino grueso* (fig. 42) sigue al intestino delgado, y en la mayor parte de los mamíferos se distingue fácilmente por las numerosas dilataciones que se notan en sus paredes entre las diversas divisiones formadas por sus fibras musculares. Divídesele en *ciego, colon* y *recto*. El ciego[1], que está situado cerca del hueso de la cadera derecha, se prolonga formando un saco más allá del punto de inserción del intestino delgado y presenta en la extremidad un apéndice vermiforme. Repliegues dispuestos á manera de válvulas en la abertura del intestino delgado se oponen á que las materias empujadas al ciego puedan entrar de nuevo en el íleon y volver hacia al estómago.

El colon[2] sigue al ciego, sube hácia al hígado (colon ascendente), atraviesa el abdomen inmediatamente por debajo del

[1] Los anatómicos han llamado ciego la primera porción del intestino grueso porque se prolonga inferiormente formando un saco.

[2] Hácese venir este nombre del griego κωλύω, impido, porque este intestino detiene largo tiempo las materias excrementales en sus repliegues.

a4 8

estómago (colon transverso), y desciende por el lado izquierdo (colon descendente) para pasar por la pelvis, en donde se continúa con el recto[1], que concluye en el ano.

§ 73. El residuo que dimana de la digestión de los alimentos es empujado poco á poco desde el ciego hasta el recto en donde se acumula y permanece más ó menos tiempo. Al atravesar de este modo el intestino grueso, adquieren las materias fecales consistencia, cambian de color y toman un olor característico. Desarróllase al mismo tiempo en este intestino cantidad más ó menos considerable de un gas que difiere esencialmente de los del intestino delgado por la existencia casi constante de hidrógeno carbonado, y algunas veces también por la presencia de un poco de ácido sulfhídrico.

Las fibras carnosas que rodean el ano y que forman el *músculo esfínter* de esta abertura se hallan continuamente contraídas y por consiguiente se oponen á la salida de las materias acumuladas en el intestino grueso. Por lo general, para que la expulsión de éstas se verifique, no basta la acción de las fibras musculares que rodean el intestino, es necesario también que el diafragma y los demás músculos del abdomen concurran al mismo objeto, comprimiendo la masa de las vísceras contenidas en dicha cavidad.

§ 74. **Teoría de la digestión.** — En resumen, vemos que la digestión tiene esencialmente por objeto determinar la disolución de las materias alimenticias, y que los agentes químicos por medio de los cuales se opera esta disolución varían según la naturaleza de los mismos alimentos. Así es que siendo solubles en el agua una parte de las sustancias con que se alimentan los animales, son disueltas directamente por la saliva, el jugo gástrico ó las bebidas ingeridas en el estómago, sin la intervención de ningún principio activo especial; la diastasis animal contenida en la saliva posee la propiedad de transformar el almidón en glucosa, determinando de este modo la solubilidad de una porción de materias feculentas introducidas en el estómago: la pepsina que contiene el jugo gástrico obra de una manera análoga sobre la fibrina, albúmina, etc., y liquida estas materias en la cavidad del estómago; la fécula, que ha resistido la acción de estos agentes y que ha llegado intacta al intestino, encuentra en él el jugo pancreático cuyas propiedades son análogas á las de la saliva y cuya acción determina la disolución de las materias amiláceas; finalmente, las materias grasas, que han escapado á la acción disolvente de la saliva y de las jugos gástricos, son

[1] Este intestino se llama así porque es casi derecho.

emulsionadas ó disueltas por el jugo pancreático (algunas ocasiones también por el álcali contenido en la bilis); y á medida que se efectúan estas diferentes reacciones, son absorbidas las materias disueltas por las paredes de la cavidad estomacal ó del intestino. Algunas de las sustancias disueltas de este modo en los líquidos del aparato digestivo son á la vez modificadas en su constitución química: de este modo se transforma en glucosa el azúcar de caña; pero el fenómeno más general é importante de la digestión consiste en las liquefacción de las materias alimenticias.

ABSORCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA DIGESTIÓN.

§ 75. Para terminar el estudio de la digestión, nos falta todavía examinar cómo la materia nutritiva extraída de los alimentos pasa del estómago y del canal intestinal á la masa de la sangre, que está destinada á renovar.

La mayor parte de los líquidos y de las materias solubles introducidas en el estómago son absorbidas directamente por las venas que serpentean por las paredes de este órgano y por las del intestino delgado; pero otros, tales como las materias grasas que constituyen el *quilo*, siguen otra vía, y penetran en un sistema especial de canales destinados á efectuar el transporte. Estos vasos llamados *quilíferos* (ó *lácteos*, á causa de la apariencia que por lo general presentan cuando están llenos de quilo) pertenecen, como ya lo hemos dicho, al aparato de los vasos linfáticos [1]. Nacen en la superficie de las vellosidades de la membrana mucosa intestinal y se reunen en ramas más ó menos gruesas que siguen entre las dos láminas del mesenterio. En dicho trayecto atraviesan estos vasos linfáticos los ganglios llamados *ganglios mesentéricos* (fig. 46), y van á desembocar en el conducto torácico, que, á su vez, termina en la vena subclavia izquierda (fig. 9).

§ 76. Cuando un animal está ayuno, se hallan los expresados vasos casi vacíos; pero cuando la digestión intestinal se encuentra en plena actividad, no tardan en llenarse de quilo, cuyo color es por lo general blanco y de aspecto parecido al de la leche.

Parece que las vellosidades que cubren la superficie de la membrana mucosa del intestino, están especialmente encargadas de la absorción del quilo. Inmediatamente comienza este fenómeno, se las ve hinchadas y embebidas de dicho líquido como esponjas que estuviesen empapadas de leche. El quilo pasa en seguida á los vasos linfáticos que nacen en tales vellosidades, y

[1] Véase página 24.

corre con bastante velocidad por el conducto torácico; pero no se conoce bien la causa de su movimiento ascensional.

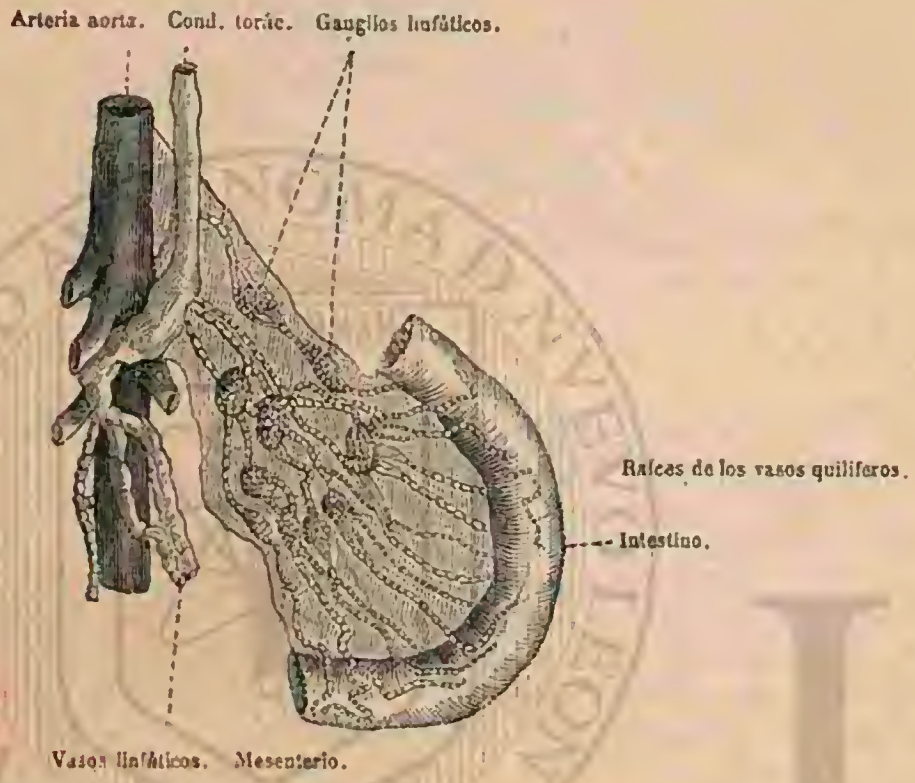


Fig. 46. — Vasos quilíferos.

§ 77. **Quilo.** — El aspecto de este líquido varía según la clase de alimentos de que proviene y según los animales en que se observe. En el hombre y la mayor parte de los mamíferos es por lo general un jugo blanco, lechoso, de olor particular y de sabor salado y alcalino. Examinado en el microscopio parece compuesto de un líquido seroso que tiene en suspensión granulaciones grasosas y glóbulos circulares. El quilo que proviene de alimentos que no contienen materias grasas no es opaco como el suministrado por sustancias que contienen grasa ó aceite: en las aves es casi siempre transparente.

Cuando se examina el quilo en los vasos lácteos cerca de su origen, se encuentra que las materias orgánicas que contiene consisten principalmente en albúmina; pero si se observa más lejos en su trayecto hacia la vena subclavia, se ve que sus cualidades no siguen siendo las mismas: á medida que adelanta en el interior de los vasos linfáticos, se carga de una cantidad más ó menos considerable de fibrina: principio que le da la propiedad

de coagularse espontáneamente como la sangre. En general, toma al mismo tiempo este líquido un color rosado y se vuelve susceptible de enrojecerse al contacto del aire. Su naturaleza, por consiguiente, se va acercando cada vez más á la de la sangre, con la cual se mezcla en la vena subclavia en la salida del conducto torácico.

De este modo es como las materias nutritivas elaboradas por la digestión son absorbidas y mezcladas al fluido nutricio. Para continuar el estudio de los fenómenos de la nutrición debemos, por consiguiente, ocuparnos ahora en este fluido y en la manera como se verifica la distribución de las materias orgánicas que él conduce.

SANGRE.

§ 78. En los animales de estructura más sencilla se asemejan todos los líquidos de la economía unos con otros: no parecen sino agua más ó menos cargada de partículas de materias organizadas; pero, en los seres que ocupan puesto más elevado en el reino animal, cesan los humores de ser todos de la misma naturaleza y existe uno destinado especialmente á proveer á las necesidades de la nutrición : este *líquido nutricio* es la *sangre*.

Este es el líquido que conserva la vida en sus órganos y suministra á éstos los materiales de que se componen.

También se derivan de la sangre todos los humores formados en el cuerpo : la saliva, orina, bilis y lágrimas, por ejemplo.

§ 79. En todos los animales que por su estructura se acercan más al hombre, como los mamíferos, aves, reptiles y peces, y hasta en la mayor parte de los gusanos de la clase de los anélidos, la sangre es de color rojo oscuro; pero en casi todos los animales inferiores, en lugar de ser roja y espesa, no consiste sino en un líquido acuoso, tan pronto completamente incoloro, como ligeramente teñido de amarillo, rosado ó violado: por esto es difícil de ver, y durante mucho tiempo se pensó que estos seres carecían completamente de sangre y se los llamaba *animales exangües*.

Los animales de sangre blanca ó casi incolora son numerosísimos : todos los *insectos* entran en esta categoría, y es un error la creencia vulgar de que las moscas tienen sangre roja en la cabeza; es verdad que cuando se aplasta uno de estos insectos se ve salir un líquido rojizo, pero esta materia no es sangre, y pro-

viene únicamente de los ojos de estos pequeños seres. Los arácnidos, cangrejos y todos los animales parecidos á estos últimos, y que designan los zoólogos con el nombre de *crustáceos*, tienen igualmente la sangre casi incolora: en conclusión, los caracoles, almejas, ostras y demás animales del tipo de los *moluscos* y del de los *zoófitos*, lo mismo que los gusanos intestinales, están en el mismo caso.

§ 80. Examinando en el microscopio la sangre de un animal de SANGRE ROJA, tal como un mamífero, un ave ó un pez, se ve que está constantemente formada de dos sustancias diferentes: un líquido amarillento y transparente al cual se ha dado el nombre de *suero*, y un sinnúmero de pequeños corpúsculos, sólidos, regulares y de color rojo, en suspensión en el fluido que acabamos de citar, y que se llaman *glóbulos de la sangre*, *glóbulos rojos* ó *hematías*.

§ 81. **Glóbulos de la sangre.** — En animales de una misma especie, todos los glóbulos de la sangre tienen la misma forma y casi el mismo tamaño[1]; pero cuando se les compara con animales de especies distintas, se notan importantes diferencias. Por lo general, estos corpúsculos se parecen mucho más en los diversos animales de una misma clase que en animales que pertenezcan á clases diferentes: en los primeros pueden variar sus dimensiones, pero presentan casi siempre la misma forma; mientras que de una clase á otra son á menudo mucho más considerables las diferencias de volumen, y hasta la forma misma puede cambiar.

Así en el hombre (fig. 47) y en casi todos los demás animales de la clase de los mamíferos (verbigracia, el perro, el caballo, el buey) los glóbulos de la sangre son circulares[2]: mientras que, en las aves, reptiles, batracios y peces, tienen forma elíptica (fig. 48).

Fig. 47[3].

Estos corpúsculos son siempre microscópicos, pero, sobre todo en los mamíferos, llegan á una pequeñez extrema. En el hombre, el perro, el conejo y algunos otros mamíferos su diámetro es igual á cosa de $\frac{1}{125}$ de milímetro, y en la cabra no

---

[1] Antes del nacimiento tienen las hematías, algunas veces, dimensiones y hasta formas diferentes de las que presentan durante todo el resto de la vida. Así se ve que en el embrión de la gallina son los glóbulos circulares, y que cuando el período de la incubación está adelantado presentan todos la forma elíptica. Pero después del nacimiento no varían más.

[2] Exceptúanse de esta regla los camellos y llamas, pues en estos mamíferos son elípticos los glóbulos de la sangre.

[3] Glóbulos de la sangre del hombre, aumentados unas cuatrocientas veces (de diámetro).

tienen sino $\frac{1}{250}$ de milímetro; finalmente, en el gamezno no pasa de $\frac{1}{450}$ de milímetro poco más ó menos.

En las aves son los glóbulos de la sangre mayores (fig, 48) que en los mamíferos. Pero en la clase de los reptiles y en los batracios es donde llegan á mayores dimensiones: así, en la sangre de la rana tienen poco más ó menos $\frac{1}{45}$ de milímetro de largo por $\frac{1}{75}$ de ancho: y en el proteo, que es de todos los conocidos el animal en donde se han visto mayores, es su largo de $\frac{1}{17}$ de milímetro aproximadamente.

Fig. 48[1].

En conclusión, en los peces son estos corpúsculos intermediarios por el tamaño entre los glóbulos de las aves y los de los batracios.

Por lo demás, los glóbulos de la sangre son siempre aplastados y presentan una mancha central rodeada de una especie de círculo más oscuro. Su estructura interior es algunas veces muy difícil de conocer; pero cuando se tiene cuidado de tomarlos de un animal de los que los tienen más grandes y se examinan en un microscopio de mucho aumento, se ve que se hallan compuestos de dos partes distintas, de un núcleo central y de una envoltura que tiene la apariencia de una vejiguilla. Por lo general tienen deprimida esta envoltura formando al rededor del núcleo un reborde más ó menos delgado, de modo que el conjunto presenta el aspecto de pequeñísimos discos ensanchados por el centro: son de color rojo y parecen formados de una especie de jalea fácil de dividir, pero muy elástica. El núcleo central tiene forma esferoide y es incoloro. En el hombre y en los demás mamíferos, la parte central de los glóbulos es, al contrario, menos saliente que el borde y no se distingue núcleo.

Estas hematías, que dan á la sangre su color rojo, no son los únicos glóbulos que se descubren en la misma vista en el microscopio. Existen también en dicho líquido, pero en mucha menor cantidad, otros corpúsculos incoloros y de forma esférica, que se parecen mucho á los glóbulos del quilo; en general, son difíciles de percibir por estar mezclados con los glóbulos de la sangre. Desígnanse con el nombre de *leucocitos* ó *glóbulos blancos*.

---

[1] Glóbulos elípticos de la sangre de las aves, batracios y peces, aumentados unas cuatrocientas veces. — *a*, glóbulo de sangre de gallina, visto de frente y de lado; — *b*, glóbulo de sangre de rana; — *c*, glóbulos de un pez del género Escualo.

§ 82. En los animales sin vértebras, cuya sangre es blanca ó casi incolora, se encuentran también glóbulos, pero estos corpúsculos difieren mucho de los de los animales vertebrados; su tamaño es muy variable en un mismo individuo; su superficie presenta aspecto granuloso; no se distingue en ellos núcleo central, ni envoltura exterior, y su forma es por lo general esférica.

§ 83. **Composición de la sangre.** — La química nos demuestra que la sangre se compone de muchas sustancias diferentes. En la de los animales superiores, se encuentra : 1.° agua; 2.° principios inmediatos albuminoides, á saber: fibrina, albúmina, hemoglobulina (ó materia colorante roja de la sangre asociada á hierro), caseína, etc.; 3.° materias grasas, como la colestrina, cerebrina, ácido esteárico, ácido olaico, etc.; 4.° materias azucaradas (glucosa); 5.° materias minerales (cloruro de sodio, fosfato de sosa, carbonato de cal, hierro unido á la hematosina, etc.; finalmente, se ha reconocido la presencia de pequeña cantidad de ácido carbónico libre, nitrógeno y oxígeno. Pero esta complicación, por grande que parezca, está muy lejos de la realidad; si nuestros medios de análisis fuesen más perfectos, se descubrirían en la sangre otras sustancias todavía, que ciertamente existen, pero que no se encuentran en suficiente cantidad para que la química pueda estudiarlas. Para convencerse de ello basta detener la acción de ciertos órganos encargados de separar de la sangre diversos líquidos particulares, como la orina; pues materias que eran expulsadas de la economía por esta vía y que por lo general no se presentan en la sangre, se acumulan entonces en dichos órganos y de este modo facilitan su reconocimiento, como veremos más explicado cuando lleguemos al estudio de las secreciones[1].

Las sustancias que acabamos de enumerar como contenidas en la sangre son también las que entran en la composición de casi todas las partes, sólidas ó líquidas, de la economía; la base de muchos tejidos es la albúmina; la fibrina es el principio constituyente de los músculos, las sales contenidas en la sangre se encuentran también en los huesos ó en los humores; y según el conjunto de hechos conocidos, se puede pensar que los materiales destinados á convertirse en carne, bilis, orina, etc., existen ya en el fluido nutricio : los órganos que deben apropiárselos los toman de este líquido y no los crean; así es que no sin razón ha sido la sangre llamada *carne líquida* por algunos autores.

§ 84. Las proporciones en las cuales se encuentran reunidas

[1] Para más detalles sobre química y fisiología de la sangre véanse mis *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. II, pág. 141 y siguientes.

las distintas materias que constituyen la sangre varía mucho en los diferentes animales. En el hombre se encuentra ordinariamente en 100 partes de sangre, como 79 partes de agua, 19 centésimas de albúmina, 1 de sal y algunas milésimas solamente de fibrina y de materia colorante. En la sangre de las aves es por lo general menor la proporción de agua; pero, en la sangre de los batracios y peces es mayor. En la de la rana, por ejemplo, existe más de 88 centésimas partes de agua en 100.

Análogas diferencias se observan cuando se comparan las cualidades relativas del suero y de las hematías en la sangre de distintos animales; y, como en seguida veremos, existe una relación notable entre la proporción de dichos glóbulos y el calor desarrollado por tales seres. De todos los animales, los que tienen la sangre más rica de glóbulos son las aves y también son los que tienen temperatura más elevada. La sangre de los mamíferos contiene un poco menos (de 7 á 12 centésimas partes en 100); en los reptiles y peces, que se llaman animales de sangre fría, á causa del poco calor que desarrollan, la cantidad relativa es mucho menor aún.

Por lo demás, las proporciones de los elementos sólidos y líquidos varían también en individuos de una misma especie, y diversas circunstancias pueden producir modificaciones en la sangre de un mismo animal. Así se observa que la cantidad de glóbulos es mayor, y menor la del agua, en la sangre del hombre que en la de la mujer, y en la sangre de los individuos de temperamento sanguíneo, mayor también que en la de los de temperamento linfático.

§ 85. **Coagulabilidad de la sangre.** — En estado ordinario es siempre fluida la sangre y se compone, como ya hemos dicho, de un líquido acuoso con glóbulos sólidos en suspensión, pero hay circunstancias en las cuales cambian completamente estas propiedades físicas. Es lo que se verifica, por ejemplo, siempre que se extrae la sangre de los vasos que la contienen en el interior del cuerpo de un animal vivo; abandonada á sí misma se transforma en este caso, al cabo de algunos instantes, en una masa de consistencia gelatinosa, que se separa poco á poco en dos partes: una líquida, amarillenta y transparente, formada por el suero; y la otra más ó menos sólida, completamente opaca, de color rojo, á la cual se ha dado el nombre de *coágulo* ó de *grumo de sangre*.

Este fenómeno se debe á la presencia de la fibrina contenida en la sangre. Esta sustancia, que se halla disuelta en el suero, tiene la propiedad de solidificarse cuando no se halla sometida á la influencia de la vida; y, al solidificarse de este modo, arras-

tra consigo los glóbulos, y forma con ellos una masa gelatinosa, de la misma manera que la clara de huevo, empleada para clarificar un líquido turbio, arrastra los corpúsculos que se encuentran mezclados con él cuando se coagula por efecto del calor. Para comprobar que la coagulación de la sangre depende de la fibrina basta batir dicho líquido con unas varitas en seguida que sale de las venas; se verá que la fibrina al solidificarse se adhiere á las varillas y se extrae fácilmente, perdiendo la sangre la propiedad de coagularse. Con este sencillo experimento puede también adquirirse el convencimiento de que la fibrina se encuentra en el suero y no contenida en los glóbulos como se creía hasta hace poco tiempo. En efecto, si se echa en un filtro sangre que tenga glóbulos muy voluminosos, sangre de rana, verbigracia, es fácil hacer pasar el suero y detener todos los glóbulos antes que la coagulación se haya efectuado; y, en este caso, aunque los glóbulos hayan quedado intactos sobre el filtro, el suero se coagulará como de ordinario: sólo que el coágulo, formado de este modo exclusivamente de fibrina, es blanco en vez de ser rojo como cuando los glóbulos se encuentran en él.

§ 86. **Importancia de la sangre.** — Hemos dicho que la sangre es el agente especial de la nutrición. Mas no sirve solamente para renovar las pérdidas que sufren los órganos y para nutrirlos, hállase también destinada á producir en dichas partes una excitación sin la cual no podría mantenerse la vida. El experimento siguiente puede, mejor que cualquiera otro, dar una idea de la importancia de la acción de este líquido en la economía.

§ 87. Cuando se sangra abundantemente un animal se le ve debilitarse cada vez más, y si la hemorragia es muy copiosa no tarda en perder el conocimiento; su respiración se detiene, todo movimiento muscular cesa y la vida no se manifiesta sino por algún signo exterior; finalmente, si la pérdida de la sangre es demasiada y se deja al animal en este estado, la realidad sucede luego á la apariencia y la muerte no tarda en presentarse. Pero si en vez de abandonar á su suerte esta especie de cadáver, se inyecta en sus venas sangre semejante á la que ha perdido, se le ve volver á la vida: á medida que se introduce en sus vasos nuevas cantidades de sangre va reanimándose; no tarda en respirar libremente, se mueve con facilidad, toma de nuevo su porte y hasta puede restablecerse completamente.

Esta operación, que se designa con el nombre de *transfusión*, es, en verdad, una de las más importantes de las que se hacen, y prueba mejor que todos los razonamientos la importancia de la acción de los glóbulos de la sangre sobre los órganos vivientes; pues si se emplea de la misma manera suero privado de glóbulos,

no se produce sino el mismo efecto que se obtendría con agua pura, y no impediría que la muerte fuese consecuencia inevitable de la hemorragia.

§ 88. También es fácil de demostrar la influencia de la sangre en la nutrición. Así, cuando por medios mecánicos se disminuye de una manera notable y permanente la cantidad de este líquido recibida por un órgano, vese á éste disminuir de dimensiones y hasta secarse y reducirse casi á nada. Por otra parte se observa igualmente, que, cuanto más funciona una parte del cuerpo, más sangre recibe, y más asimismo aumenta su volumen. En efecto, todo el mundo sabe que el ejercicio muscular tiende á desarrollar las partes que lo ejecutan; que en los bailarines, por ejemplo, los músculos de las piernas y sobre todo de las pantorrillas adquieren un crecimiento notable, mientras que en los panaderos y otros individuos que ejecutan con los brazos trabajos rudos, se ven los miembros superiores más desarrollados que las demás partes. Ahora bien, los músculos reciben más sangre cuando se contraen que cuando están en reposo, y á causa de esta afluencia de sangre el trabajo nutritivo que se efectúa en ellos es más activo y su volumen crece.

§ 89. El líquido nutricio obrando de este modo sobre los órganos con los cuales está en contacto, experimenta á su vez modificaciones, y á causa de este cambio pierde pronto sus cualidades vivificantes. La sangre que llega á las diversas partes del cuerpo es de color rojo subido; mientras que después de haber pasado por ellas presenta un matiz oscuro de color rojo negruzco. Pero esta sangre así viciada, ó por lo menos usada de cierta manera, toma por la acción del aire sus propiedades primitivas y de nuevo se vuelve propia para excitar el movimiento vital.

La función por medio de la cual se opera este importante cambio es la de la *respiración*, en la que pronto hemos de ocuparnos.

La sangre que ha sufrido la acción del aire, y que es propia para la conservación de la vida, se llama *sangre arterial;* la que ya ha obrado sobre los órganos y no puede continuar excitando el movimiento vital, se llama *sangre venosa:* contiene, ordinariamente, menos glóbulos que la sangre arterial, y se coagula con menos rapidez, pero su color negruzco, la cantidad de ácido carbónico de que está cargada y su manera de actuar sobre los tejidos vivos, es lo que más la distingue.

CIRCULACIÓN DE LA SANGRE.

§ 90. Según lo que acabamos de decir sobre las funciones que los líquidos nutricios cumplen en la economía animal, y de la influencia que ejerce la respiración sobre las propiedades fisiológicas de estos líquidos, es evidente que éstos deben estar en continuo movimiento.

En efecto, siendo la sangre la que distribuye por todas las partes del cuerpo los materiales necesarios para la nutrición, y siendo también este líquido la vía por la cual son arrastradas las partículas eliminadas de la sustancia de los tejidos, no puede permanecer en reposo y debe necesariamente atravesar sin cesar todos los órganos. Pero, en la mayor parte de los animales, estas condiciones de existencia no son las únicas que hacen indispensable el movimiento de la sangre para la conservación de la vida: cuando el aire no penetra solo en el espesor de los tejidos (como se verifica en los insectos), y no obra sino por intermedio de un órgano especial de respiración (como los pulmones), es igualmente fácil ver que la sangre que ha pasado ya por los tejidos debe también ir al aparato respiratorio, para sufrir en él la influencia vivificante del aire antes de volver de nuevo hacia los dichos tejidos.

Ahora bien, esto es lo que realmente sucede: y este movimiento constituye lo que los fisiólogos llaman CIRCULACIÓN DE LA SANGRE.

Este fenómeno se desconocía antiguamente: débese su descubrimiento á Hervey, médico del rey de Inglaterra Carlos I (1619)[1].

§ 91. **Aparato de la circulación.** — En algunos animales inferiores la sangre circula sólo en cavidades ó espacios que existen entre los diversos órganos del cuerpo ó entre las laminillas que constituyen estos órganos. Pero en todos los animales superiores, y también en muchos de los que pertenecen á las clase menos elevadas en las series zoológicas, la circulación se verifica en el interior de un aparato muy complicado, compuesto: 1.°, de un sistema de canales ó de tubos membranosos que sirven para conducir la sangre á todas las partes por donde debe pasar; 2.°, de un órgano particular destinado á poner este líquido en movimiento.

Estos tubos se llaman *vasos sanguíneos*, y el órgano motor *corazón*.

---

[1] Al español Miguel Servet, que la intolerancia religiosa quemó vivo en Ginebra, en 1553, corresponde la gloria de haber sido el primero que concibió la idea de la *circulación de la sangre*. (*Nota del Trad.*)

El *corazón* es el centro del aparato de la circulación; es una especie de bolsa carnosa en comunicación con los vasos sanguíneos, que recibe la sangre en su interior, y que, contrayéndose de tiempo en tiempo, lanza dicho líquido á los conductos citados determinando así una corriente continua.

Casi todos los animales tienen corazón. Este órgano existe no solamente en los mamíferos, aves, reptiles y peces, sino también en los caracoles, ostras y demás animales de la división de los moluscos, en los cangrejos, en los arácnidos, etc.

Los vasos sanguíneos son de dos clases, á saber:

1.ª Las *arterias*, que llevan la sangre del corazón á todas las partes del cuerpo;

2.ª Las *venas*, que traen este líquido de todas las partes del cuerpo al corazón.

Las arterias parten del corazón y se dividen en ramas, ramos y ramillas cada vez más numerosas y finas á medida que adelantan y que se distribuyen en partes más numerosas y alejadas.

Las venas presentan disposición semejante, pero que está destinada á producir el resultado contrario, porque la sangre sigue en estos vasos una marcha inversa. Son muy numerosas en su origen, pero poco á poco van reuniéndose para formar conductos más gruesos, que á su vez se reunen también en uno ó dos troncos solamente que terminan en el corazón.

Las últimas ramificaciones de las arterias en la sustancia de los órganos están en comunicación con las pequeñísimas raicillas de las venas, formando una serie no interrumpida de conductos finísimos por los cuales corre la sangre para atravesar dichos órganos (fig. 49).

A estos canales que establecen la comunicación entre las extremidades de las arterias y de las venas se da el nombre de *vasos capilares*, á causa de su pequeñísimo diámetro, que ha hecho que se les compare á cabellos.

Por la extremidad opuesta á aquella en que se encuentran los vasos capilares, comunican las arterias y las venas unas con otras por intermedio de las cavidades del corazón. De todo lo cual resulta que en el hombre y demás animales superiores, *forma el aparato vascular un círculo completo en el cual se mueve la sangre para volver sin cesar á su primer punto de partida;* en razón de la naturaleza de este movimiento se le llama *circulación*.

El sistema circulatorio puede compararse á un árbol doblado sobre sí mismo, de modo que las últimas ramificaciones de las ramas se uniesen á las últimas divisiones de las raíces: la parte superior del tronco y la copa representarían las arterias, la parte

inferior del tronco y las raíces representarían las venas, y el punto de reunión de estas dos partes del tronco sería el sitio del corazón.

En todos los animales en que la respiración se hace en órgano especial, como el pulmón, los vasos sanguíneos se ramifican, no solamente en los tejidos que deben nutrir, sino también en el

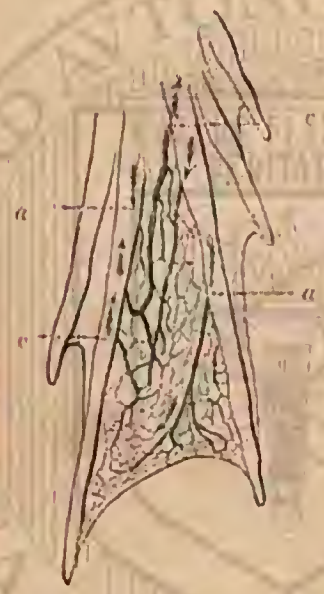


Fig. 49. — Vasos capilares de la pata de la rana[1].

Fig. 50[2].

órgano en donde ha de experimentar la sangre la acción del aire, y este líquido atraviesa, por consiguiente, dos órdenes de vasos capilares, que sirven uno para la nutrición y el otro para la respiración. La circulación que se verifica en el aparato respiratorio se llama *circulación menor;* y la que se efectúa en el resto del cuerpo *circulación mayor.*

Por lo demás, el camino que sigue la sangre y la estructura del aparato circulatorio varía mucho en las diferentes clases de animales. Más adelante indicaremos estas diferencias; pero antes de tratar de ellas, conviene estudiar con más detalles la conformación y el mecanismo de este aparato en el hombre, que en seguida podrá servirnos como término de comparación.

---

[1] *a*, arterias; — *v*, venas. — Las flechas indican la dirección de la corriente circulatoria.

[2] Reunión de vasos capilares cubriendo haces musculares (*a*) vistos al microscopio.

DESCRIPCIÓN DEL APARATO DE LA CIRCULACIÓN EN LOS ANIMALES SUPERIORES.

§ 92. **Corazón.** — En el hombre, y en los animales que por su estructura se le asemejan, está situado el corazón entre los

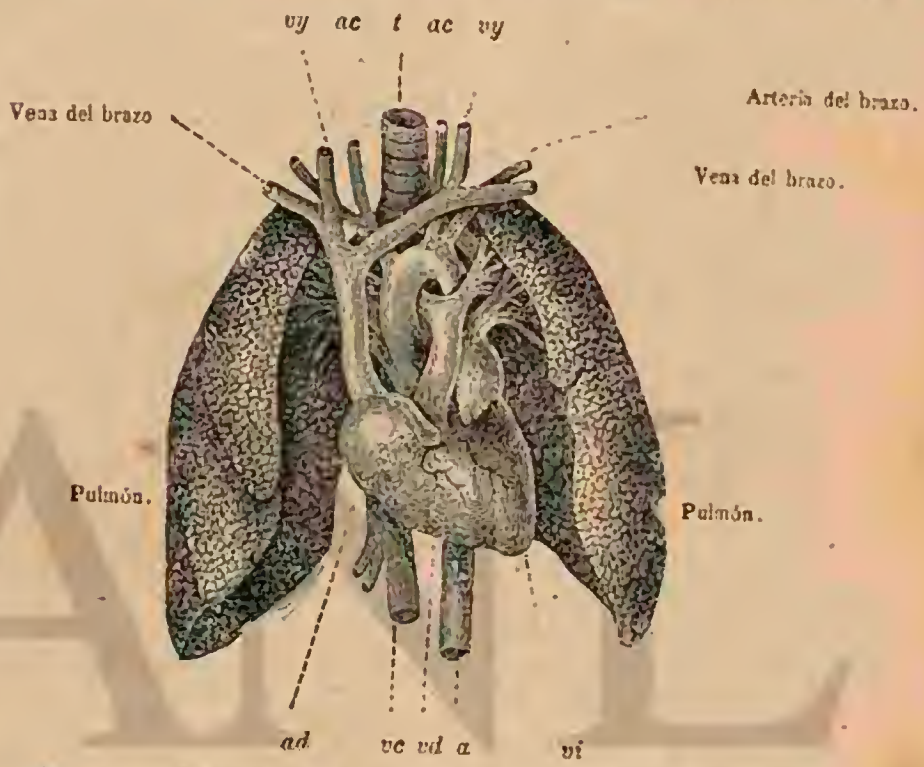


Fig. 51. — Pulmones, corazón y principales vasos del hombre[1].

pulmones, en la cavidad del pecho que los anatómicos llaman *tórax* (fig. 11 y 51); su extremidad inferior se dirige un poco oblicuamente á la izquierda y hacia delante, y su extremidad superior, en donde nacen todos los vasos que comunican con su interior, está fijada en las partes próximas casi en la línea media del cuerpo. El resto de este órgano queda libre y envuelto en una especie de doble saco membranoso, el *pericardio*, cuya superficie interna, completamente lisa y humedecida por un líquido acuoso, se halla en contacto con ella misma por todas partes; disposición que facilita los movimientos de dicho órgano[2].

---

[1] *ad, vd*, aurícula y ventrículo derechos; — *vi*, ventrículo izquierdo; — *a*, arteria aorta; — *ac*, arterias carótidas; — *vc*, vena cava inferior; — *vy*, venas yugulares ó del cuello; — *t*, tráquea.

[2] Esta túnica, lo mismo que el peritoneo que ya hemos indicado, es una

La forma general del corazón (fig. 51) es la de un cono ó pirámide irregular é invertida; su volumen es igual al de un puño poco más ó menos, y su sustancia enteramente carnosa: es un músculo hueco, que, en las aves y en todos los mamíferos, contiene cuatro cavidades ó cámaras distintas. En efecto, un gran tabique vertical (fig. 52) lo divide interiormente en dos partes, y cada una de estas mitades, á su vez, se subdivide por un tabique transversal, de modo que forma dos cavidades sobre puestas, un *ventrículo* y una *aurícula* (fig. 52 y 54).

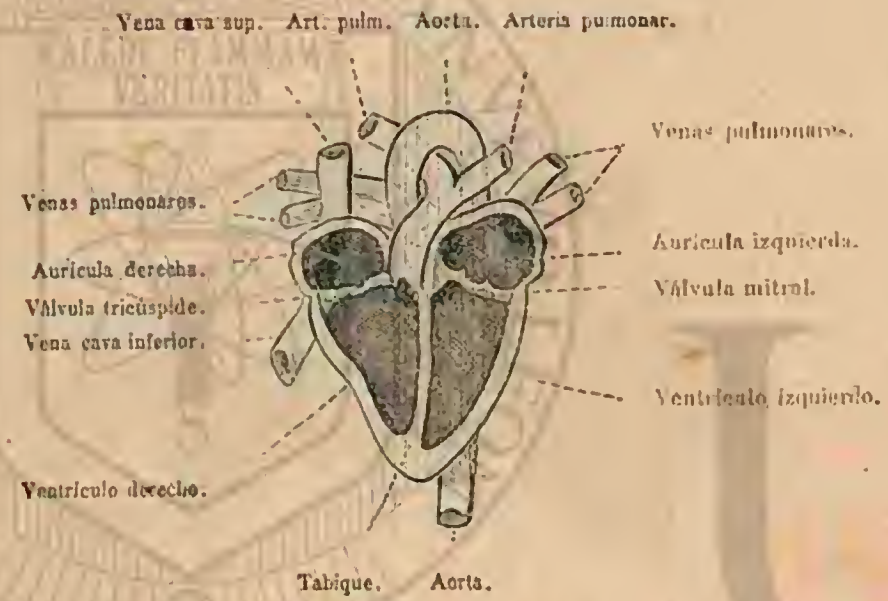


Fig. 52. — Corte teórico del corazón del hombre.

Los dos ventrículos del corazón ocupan la parte inferior y no comunican entre sí, pero cada uno de ellos se halla en comunicación

---

de las que los anatómicos designan con el nombre de *serosas*; la disposición de estas membranas merece fijar la atención: tienen siempre la forma de una especie de saco cuya superficie interna, extremadamente lisa y siempre untada de una capa de líquido, está por todas partes en contacto consigo misma; una de las mitades de este saco se adhiere por su superficie externa á las paredes de la cavidad que encierra las vísceras, y la otra mitad rodea las vísceras mismas adherida por su cara externa. Sirviéndome de una comparación vulgar, pero que da idea exacta de la cosa, estas membranas se parecen á un gorro de algodón que rodease las vísceras como el gorro envuelve la cabeza, y que la mitad exterior estuviese fijada á las paredes de una cavidad que contuviese el gorro y la cabeza á la vez. Estas membranas tienden á disminuir el frotamiento de unas partes con otras, y, por consiguiente, á facilitar sus movimientos: también se encuentran bolsas análogas en todas las partes en donde hay órganos que se frotan continuamente y con fuerza unos contra otros, como en las articulaciones de los huesos de los miembros al rededor de los pulmones, de los intestinos, etc.

con la aurícula situada encima, por medio de un gran orificio llamado *auriculo-ventricular*. Las cavidades del lado izquierdo contienen sangre arterial, y las del derecho sangre venosa. Obsérvase que las paredes de los ventrículos están dotadas de mucha más fuerza que las de las aurículas, y la utilidad de esta disposición es evidente, porque las aurículas no tienen que lanzar la sangre sino á los ventrículos que están por debajo, mientras que estas últimas cavidades han de lanzarla á distancia mucho más considerable, sea á los pulmones sea á otras partes del cuerpo. El ventrículo izquierdo es, también, más fuerte que el derecho, y la extensión del trayecto que las contracciones de estas cavidades deben hacer recorrer á la sangre nos explica igualmente la razón de esta diferencia; pues el ventrículo derecho no envía este líquido sino á los pulmones, situados á poca distancia del corazón, mientras que el ventrículo izquierdo lo empuja hasta las partes más alejadas del cuerpo.

§ 93. **Vasos sanguíneos.** — Los vasos en los cuales circula la sangre, comunican todos con el corazón por medio de cierto número de gruesos troncos, y se dividen, como ya lo hemos dicho, en arterias y venas, según que se hallen destinados á llevar la sangre del corazón hacia otra parte, ó bien á conducir este líquido de los diversos órganos hacia el corazón.

Las arterias y las venas están formadas, interiormente, por una membrana delgada y lisa que se continúa con la que cubre las cavidades del corazón, y que tiene analogía con las que los anatómicos llaman *serosas*. En las arterias se halla rodeada esta túnica *interna* por una túnica *media*, vaina gruesa, amarillenta y muy elástica, que se compone de fibras de una naturaleza particular dispuestas circularmente; y el todo se halla encerrado en una tercera túnica *externa ó celulosa*, formada por tejido conjuntivo denso y apretado. En las venas no se encuentra túnica *media ó elástica* bien desarrollada, y la membrana interna no está rodeada sino por una delgada capa de fibras longitudinales, flojas y extensibles. De esto resulta grandísima diferencia en las propiedades físicas de estas dos clases de vasos. Las venas tienen paredes delgadas y blandas que se contraen cuando no están dilatadas por la sangre y que se cicatrizan fácilmente cuando se han abierto. Las arterias, al contrario, tienen paredes mucho más gruesas y conservan su calibre, aun estando vacías, como sucede siempre después de la muerte; finalmente, cuando estos últimos vasos se abren, tienden á separarse los bordes de la herida á causa de la elasticidad de las fibras de su túnica media, y jamás se efectúa la cicatrización de una manera completa, á menos que no se determine la obliteración de la arteria en el

punto abierto: así, para detener la sangre que sale por una vena, basta mantener durante algún tiempo los bordes de la herida en contacto, mientras que, cuando se trata de la abertura de una arteria es necesario ligar el vaso ú obliterarlo por medio de la compresión.

§ 94. **Sistema arterial.** — Los vasos que conducen la sangre arterial á todos los órganos tienen nacimiento en el ventrículo izquierdo del corazón en un solo tronco llamado *arteria aorta* (fig. 52 y 53).

Esta gruesa arteria sube primero hacia la base del cuello, luego se encorva, pasa por detrás del corazón, y desciende verticalmente por delante de la columna vertebral hasta la parte inferior del vientre. Durante este trayecto se separan de la aorta muchas ramas, de las cuales son las principales las dos *arterias carótidas* que suben por los lados del cuello y distribuyen la sangre en la cabeza; las dos arterias de los miembros superiores, que toman sucesivamente los nombres de *arterias subclavias*, *axilares* y *braquiales*, según pasen por debajo de la clavícula, atraviesen el hueco del sobaco ó desciendan á lo largo del brazo; la *arteria celíaca*, que va al estómago, al hígado y al bazo; las *arterias mesentéricas*, que se ramifican en los intestinos; las *arterias renales*, que penetran en los riñones; y las *arterias ilíacas*, que de cierto modo terminan la aorta y que llevan la sangre á los miembros inferiores.

§ 95. **Sistema venoso.** — Las venas que comunican con las últimas ramificaciones de las arterias por intermedio de los vasos capilares, y que reciben la sangre después que ésta ha regado como se ha dicho todas las partes del cuerpo, siguen casi el mismo trayecto que las arterias; pero son más gruesas, más numerosas y por lo general situadas más superficialmente. Muchos de estos vasos marchan por debajo de la piel, otros acompañan las arterias, y, en último resultado, se reunen todos para formar dos gruesos troncos, que desembocan en la aurícula derecha del corazón, y que han recibido los nombres de *venas cavas superior* é *inferior* (fig. 52).

Las venas de los intestinos presentan en su marcha una particularidad notable: el tronco común formado por su reunión penetra en la sustancia del hígado ramificándose en él, de manera que la sangre de dichos órganos no vuelve al corazón sino después de haber circulado en un sistema particular de conductos capilares contenidos en el hígado, y dan nacimiento á vasos que se reunen unos con otros para ir á desembocar en la vena cava inferior. Esta porción del aparato venoso se llama *sistema de la vena porta*.

§ 96. **Circulación menor.** — La sangre venosa, que llega de todas las partes del cuerpo, penetra en la aurícula derecha del

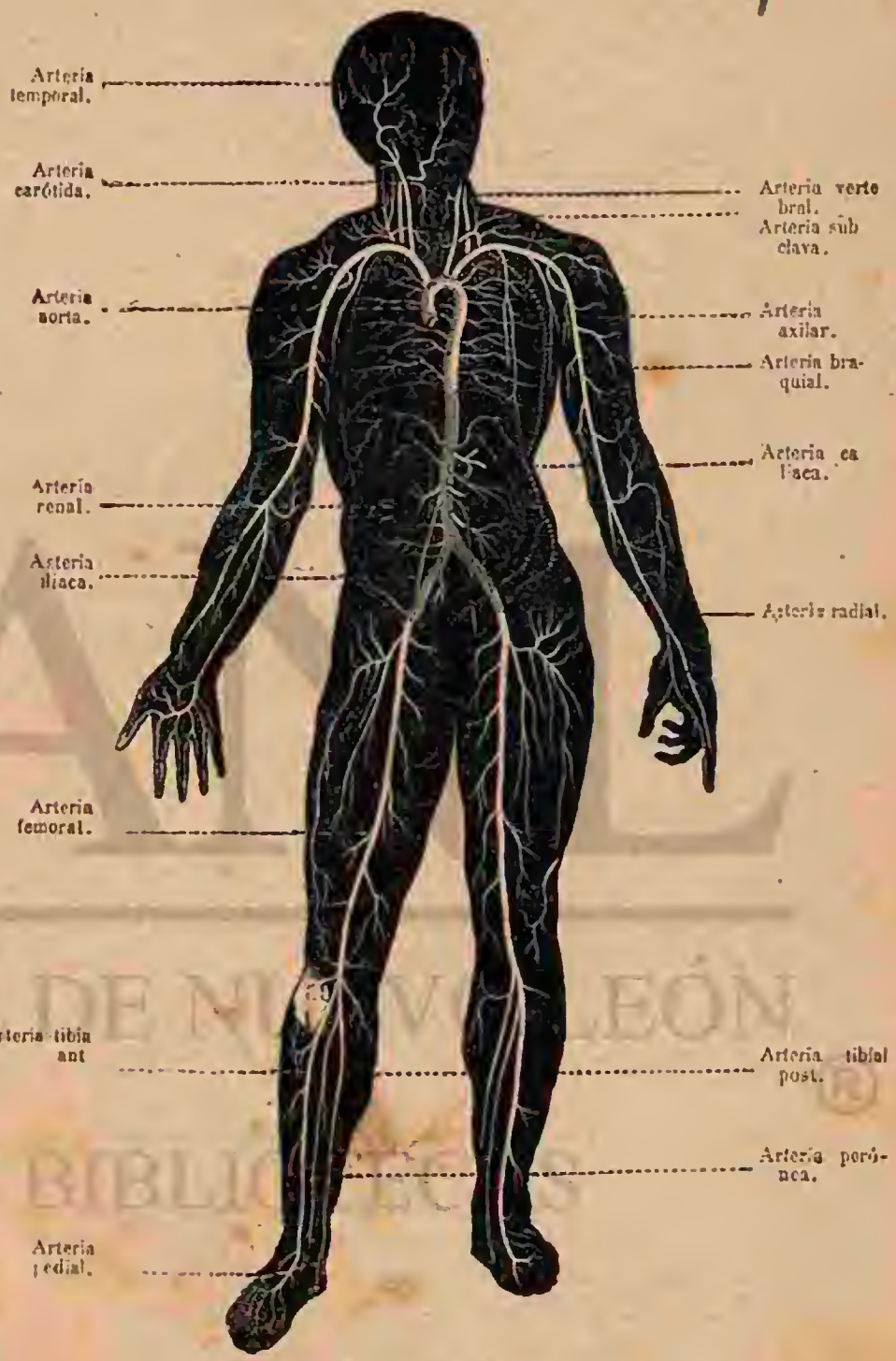


Fig. 53. — Sistema arterial del hombre.

corazón por las venas cavas, y pasa de esta cavidad al ventrí-

trículo situado de bajo, para dirigirse en seguida á los pulmones.

El vaso destinado á conducir la sangre venosa del corazón á los pulmones se llama *arteria pulmonar* (fig. 51 y 52); nace en la parte superior izquierda del ventrículo derecho, sube al lado de la aorta, y se divide luego en dos ramas que se separan casi transversalmente una de la otra, y van á ramificarse en los pulmones: la del lado derecho pasa por detrás de la arteria y vena cava superior; la del lado izquierdo se dirige por delante y encima del cayado de la aorta. La primera se subdivide en tres ramos antes de penetrar en la sustancia de los pulmones, la segunda en dos; una y otra van á ramificarse en las paredes de las células pulmonares.

§ 97. Las *venas pulmonares* nacen en la sustancia de los pulmones, de las últimas divisiones capilares de las arterias del mismo nombre, y se reunen en ramificaciones y ramas que siguen el mismo trayecto que dichos vasos; forman en fin cuatro troncos, que abandonan apareados cada pulmón y se dirigen á la aurícula izquierda del corazón, en donde vierten la sangre convertida en arterial por su contacto con el aire en el interior del órgano respiratorio. Finalmente, esta aurícula comunica con el ventrículo izquierdo, donde empieza, como ya hemos visto, la arteria aorta.

MECANISMO DE LA CIRCULACIÓN.

§ 98. **Movimiento del corazón.** — El mecanismo con ayuda del cual se mueve la sangre en los vasos es fácil de comprender. Las cavidades del corazón, como ya lo hemos dicho, se contraen y dilatan alternativamente, empujando así la sangre en los conductos que están en comunicación con ellas.

Al mismo tiempo se contraen los dos ventrículos, y mientras que en seguida se aflojan sus paredes, las aurículas se contraen á su vez. Estos movimientos de contracción llevan el nombre de *sístole*[1], y el movimiento contrario el de *diástole*[1]. Sucédense éstos con mucha frecuencia: en el hombre adulto, se cuentan ordinariamente de sesenta á setenta y cinco por minuto; en los ancianos, parece que aumenta un poco su número; y en los niños de tierna edad, aumenta por lo general al de ciento veinte. Por lo demás, un sinnúmero de circunstancias influyen en la frecuencia y la fuerza de los movimientos del corazón: aceléranse por el ejercicio, por las emociones del alma y por mu-

[1] Συστολή, de συστέλλω, contraigo.
[2] De διαστέλλω, dilato.

chísimas enfermedades; en el desfallecimiento y síncope disminuyen muchísimo y hasta se interrumpen momentáneamente.

§ 99. **Circulación de la sangre en las cavidades del corazón.** — La aurícula izquierda que recibe la sangre que viene de los pulmones, comunica, como hemos visto, con la venas pulmonares, por un lado, y con el ventrículo izquierdo, por el otro; cuando se contrae, expulsa de su cavidad la mayor parte de la sangre que en ella se encuentra, y es evidente que este líquido ha de tender á escaparse por las citadas vías, como efectivamente sucede. Pero, como al mismo tiempo se dilata el ventrículo, la casi totalidad de la sangre penetra en su interior, y muy poca vuelve á las venas pulmonares.

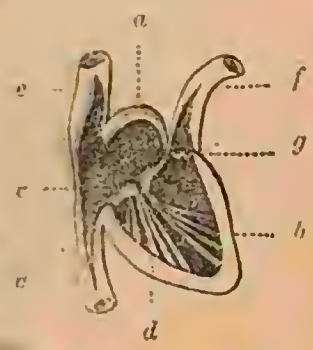


Fig. 54. — Sección de corazón [1].

En seguida se contrae á su vez el ventrículo izquierdo y echa fuera la sangre que acaba de recibir; ahora bien, existe, al rededor de los bordes de la abertura que permite comunicar el ventrículo con la aurícula colocada encima, un repliegue membranoso (fig. 54, 55 y 56), dispuesto de manera que desciende cuando se le empuja de arriba abajo y se levanta y cierra el orificio cuando la presión es en sentido contrario [2]: de esto resulta que, durante la contracción del ventrículo, no puede volver la sangre á la aurícula y es empujada hacia la arteria aorta. Sucediéndose las contracciones del ventrículo rápidamente, nuevos borbotones de sangre penetran á cada instante en este vaso; el líquido contenido en su interior debe por consiguiente moverse y correr del corazón hasta la extremidad capilar del sistema arterial, porque también existen, á la entrada de la aorta, *válvulas* [3] dispuestas para oponerse á que la sangre vuelva al corazón.

---

[1] Figura teórica del interior del corazón para enseñar el mecanismo del juego de las válvulas: — *a*, aurícula que recibe las venas (*e*, *e*); — *b*, ventrículo separado de la aurícula por las válvulas (*c*); — *d*, frenos carnosos de estas válvulas; — *f*, arteria que nace del ventrículo; — *g*, válvula situada á la entrada de este vaso.

[2] Esta especie de chapeleta ha recibido el nombre de *válvula mitral*, á causa de la división de su borde en dos lengüetas. El mecanismo con que cierra la abertura aurículo-ventricular es sencillísimo: pequeñas bridas ó cuerdas tendinosas, que nacen de columnas carnosas fijadas inferiormente en las paredes del ventrículo, se insertan en su borde libre y le impiden de doblarse en la aurícula, mientras que no oponen ningún obstáculo á que baje. (Véanse las figuras 54, 55 y 56.)

[3] Estas válvulas (Véase la fig. 56, 5), que son tres, están formadas por re-

§ 100. **Circulación en las arterias.** — Por la naturaleza de los movimientos de que acabamos de hablar, se podría creer

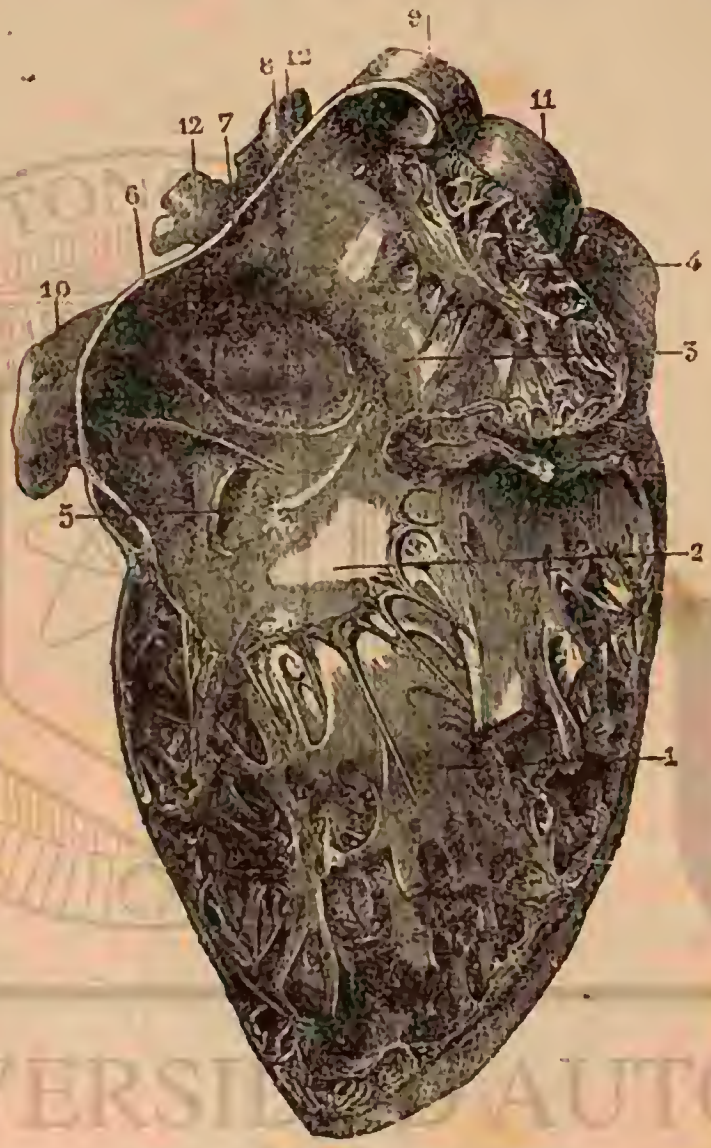


Fig. 55. — Sección vertical del corazón[1].

pliegues de la membrana interna de la arteria y se llaman á causa de su forma, *válvulas semi-lunares*, ó *sigmoídeas*; su disposición es análoga á la de las válvulas de las venas de que hablaremos más adelante. Cuando la sangre es empujada del corazón á la arteria, se levantan y se aplican contra las paredes de ésta; pero cuando la sangre tiende á entrar en el ventrículo en el instante en que éste cesa de contraerse, el peso del líquido las dilata y baja; parécense entonces bastante á los cestitos ó nidos en los cuales se hacen poner á las palomas; y como se tocan por los bordes libres cierran la arteria (Véase la fig. 56).

[1] Cavidades venosas del corazón. — 1. Interior del ventrículo derecho

que la sangre no marcha en las arterias sino por sacudidas, cada vez que el ventrículo izquierdo se contrae, y que durante la dilatación de esta cavidad debe permanecer en reposo. No sucede

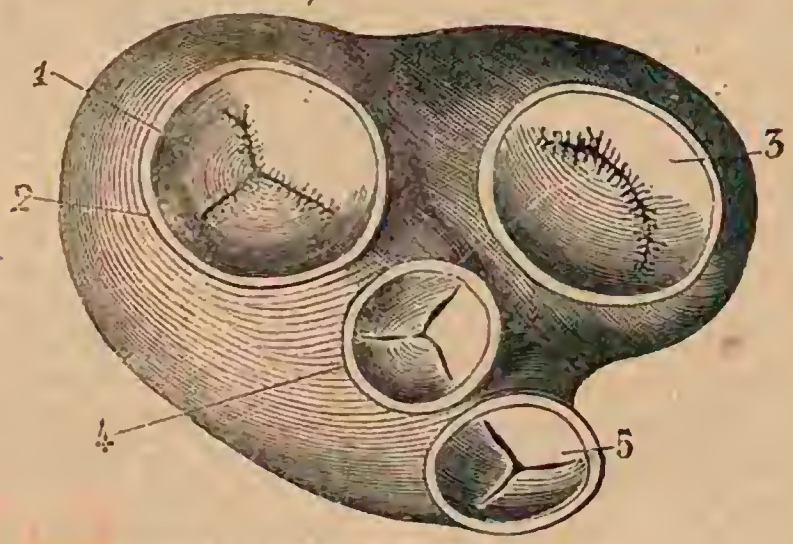


Fig. 56. — Válvulas del corazón[1].

así, sin embargo: si se abre uno de estos vasos de un animal vivo, se ve que la sangre sale formando un chorro continuo, y que se vuelve más fuerte en el instante de la contracción del corazón, pero que no se interrumpe en el instante del movimiento contrario. Esto depende de la acción de las paredes de las arte-

---

mostrando las columnas carnosas y las bridas que están en sus paredes. — 2. Porción de la válvula tricúspide que, al levantarse, tapa la comunicación entre el ventrículo y la aurícula, y que no puede doblarse en esta última cavidad á causa de los tendones que se extienden de su borde libre á las paredes del ventrículo colocado debajo. — 3. Cavidad de la aurícula derecha. — 4. Columnas carnosas que ocupan parte de las paredes de esta cavidad. — 5. Embocadura de la gran vena coronaria que vuelve á traer la sangre venosa del tejido del corazón. — 6. Válvula de Eustaquio situada en la embocadura de la vena cava inferior. — 7 y 8. Fosa oval en el fondo de la cual se encuentra la abertura que en el feto establece una comunicación entre las aurículas. — 9. Embocadura de la vena cava superior. — 10. Tronco de la vena cava inferior. — 11. Arteria aorta. — 12, 12. Venas pulmonares.

[1] Faz superior del corazón, del cual se han quitado las aurículas para mostrar la disposición de las válvulas que están en los orificios aurículo-ventriculares y origen de las arterias. — 1. Orificio aurículo-ventricular derecho obliterado por la válvula tricúspide. — 2. Anillo fibroso que circunscribe este orificio. — 3. Orificio aurículo-ventricular izquierdo rodeado por un anillo fibroso y cerrado por la válvula mitral. — 4. Orificio que comunica el ventrículo izquierdo con la arteria aorta, tapado por sus tres válvulas sigmoideas. — 5. Orificio que pone en comunicación el ventrículo derecho con la arteria pulmonar, provisto de sus válvulas sigmoideas.

rias sobre la marcha de la sangre. Estas paredes son muy elásticas; cuando un borbotón de sangre se proyecta en la aorta por la contraccibn del ventrículo, aquéllas ceden á la presión ejercida, como lo haría un resorte, pero tienden en seguida á volver á su estado ordinario y lanzan la sangre que las dilata.

Para demostrar la influencia de las paredes arteriales sobre la marcha de la sangre, basta descubrir una arteria gruesa en un animal vivo é interceptar una porción entre dos ligaduras apretadas con fuerza, practicando después una pequeña abertura entre los dos puntos así obliterados. La sangre que se encuentra allí está completamente sustraída á la influencia de los movimientos del corazón, y no obstante, se escapará de la arteria formando un chorro muy elevado y el vaso no tardará en vaciarse sólo por el efecto de la contracción de sus paredes. La porción de la arteria situada por fuera de las ligaduras disminuye igualmente de diámetro, y hace pasar á las venas la mayor parte de la sangre que se encuentra en ella.

Así es cómo *por la elasticidad de las arterias, el movimiento intermitente que imprime á la sangre las contracciones del corazón se transforma en movimiento continuo.* En las arterias gruesas, aun se sienten las impulsiones ocasionadas por las referidas contracciones; pero en las vasos capilares, y aun en las pequeñas ramas arteriales, casi no se perciben y la sangre corre por efecto de la presión ejercida por las paredes elásticas de las arterias.

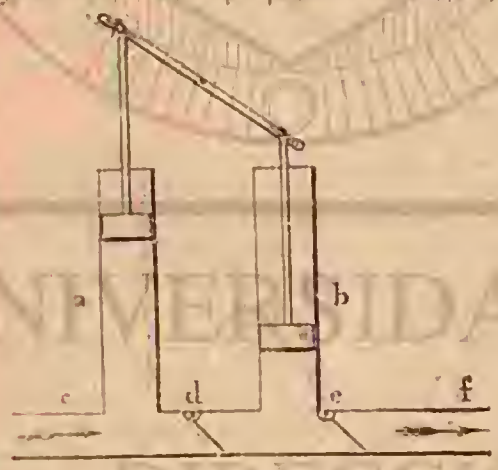


Fig. 57[1].

§ 101. Vese, pues, que las contracciones del corazón sirven para llenar continuamente las arterias gruesas, y, por decirlo así, mantener dilatado el resorte representado por las paredes de dichos vasos y destinado á impulsar de una manera continua la sangre á las venas.

De este modo las cavidades izquierdas del corazón llenan las funciones de una doble bomba impelente (fig. 57), que se dis-

[1] *a*, cuerpo de bomba que representa la auricula y que recibe el líquido por el canal *c*; — *b*, cuerpo de bomba que representa el ventrículo; — *d*, canal de comunicación que representa el orificio auriculo-ventricular provisto de una válvula que permite el paso del líquido de *a* á *b*, pero que se opone á que retroceda; — *e*, válvula situada en el orificio opuesto de la bomba *b*,

pusiera de manera que los dos émbolos alternasen en sus movimientos, y que el líquido echado del primer cuerpo de bomba (*a*) se introdujese en el segundo (*b*) sin poder retroceder, y fuese lanzado por esta segunda bomba por el conducto (*f*) que representa el sistema arterial.

§ 102. El fenómeno conocido con el nombre de *pulso* no es sino el movimiento ocasionado por la presión de la sangre sobre las paredes de las arterias, cada vez que se contrae el corazón.

Por la frecuencia y fuerza de estos movimientos se puede juzgar cómo son los del corazón y sacar inducciones útiles á la medicina. Mas el pulso no se deja sentir en todas partes; para distinguirlo hay que comprimir ligeramente una arteria de cierto volumen entre el dedo y un plano resistente, un hueso, verbigracia, y escoger también un vaso situado cerca de la piel, como la arteria radial en la muñeca (fig. 53).

§ 103. Aunque un mismo motor impulsa la sangre en todas las partes del sistema arterial, se observa, sin embargo, que este líquido no llega á todos los órganos con la misma velocidad. La distancia que los separa del corazón es una de las causas de estas diferencias; pero no es la única.

Unas veces marchan estos vasos casi en línea recta, otras forman codos más ó menos numerosos; ahora bien, todas las ocasiones que la columna de sangre puesta en movimiento por la contracción del corazón, encuentra una de estas curvaturas, tiende á enderezar el vaso, perdiendo así una parte de la fuerza que la hace mover, lo que disminuye en proporción la rapidez de su marcha.

Sábese, según las leyes de la física, que, en igualdad de circunstancias, la rapidez con la cual una cantidad determinada de líquido corre en un sistema de canales no capilares disminuye siempre cuando la capacidad de dichos conductos se hace mayor: por esto es menor la corriente de un río en los puntos en que su lecho es más ancho. Esto supuesto, la observación nos enseña que la capacidad total de los diversos ramos de una rama arterial ó de las diversas ramas de un tronco es siempre superior á la de los vasos donde nacen. De lo cual resulta que cuanto más se subdivide una arteria antes de penetrar en la sustancia de un órgano, con más lentitud debe llegar la sangre á esta parte; respecto á esto, se observan grandísimas diferencias en la economía animal: tan luego no se distribuyen estos vasos en los órganos sino después de haberse subdividido muchas veces,

---

que representa las válvulas sigmoídeas de la arteria aorta y que funciona como la que precede; — *f*, canal que representa la aorta.

como, al contrario, es el mismo tronco arterial el que se introduce en el espesor de la parte en donde debe ramificarse.

Estas disposiciones, por medio de las cuales se modera la impetuosidad de la corriente de la sangre en ciertos puntos del aparato circulatorio, se notan principalmente en las arterias encargadas de llevar este líquido á los órganos cuya estructura es de las más delicadas y más importantes sus funciones, al cerebro, por ejemplo.

Por lo demás, la previsora naturaleza no se limita á estas precauciones para asegurar la llegada de una cantidad conveniente de sangre á cada una de las partes del cuerpo. Concíbese fácilmente que, por la compresión y por otras causas, puede encontrarse obliterada una arteria en un punto de su extensión, y que no pudiendo la sangre llegar en este caso al órgano en que se distribuye este vaso, sería inevitable la muerte de dicho órgano: pero esto no ocurre, porque la mayor parte de las arterias tienen unas con otras frecuentes comunicaciones, llamadas *anastomosis*, por medio de las cuales pueden estos vasos recibir sangre de una arteria próxima, aun en el caso que no comuniquen más directamente con el corazón.

§ 104. **Circulación de la sangre venosa.** — Ya hemos visto que la sangre va de las arterias á las venas pasando por los vasos capilares: la impulsión que determina la progresión de dicho líquido en los primeros de estos vasos es también la causa de su movimiento en las venas. Así, en todo el trayecto de la circulación mayor, las contracciones del ventrículo izquierdo del corazón y la compresión de las paredes arteriales son las que determinan esencialmente la marcha de la sangre.

En efecto, si se interrumpe el paso de la sangre en una arteria, y se abre la vena correspondiente, dicho líquido continuará saliendo de este último vaso mientras la arteria, contrayéndose, no haya expulsado toda la sangre que la dilata; pero en seguida cesa la hemorragia, aunque la vena esté aun llena de sangre, y la salida del líquido comenzará de nuevo desde que se restablezca la circulación en la arteria.

Mas otras circunstancias, que tienden á favorecer dicho movimiento, merecen también mencionarse. Así, en las venas de los miembros y de varias otras partes del cuerpo (fig. 58, *a*) la membrana que cubre dichos vasos forma muchos repliegues ó *válvulas* (*b*) que dejan el paso libre cuando la sangre las impulsa de las extremidades hacia el corazón, y lo cierran, al contrario, cuando el expresado líquido tiende á volver del corazón hacia las extremidades. Ahora bien, esta disposición impide á la sangre de refluir hacia los capilares, y contribuye así de una manera

activa á facilitar su marcha en la dirección del corazón; porque, cada vez que, por los movimientos de las partes próximas, la vena se encuentra comprimida, la sangre es impulsada hacia adelante, y cuando la compresión cesa, no puede retroceder, pero es reemplazada por una nueva cantidad de líquido que viene de la parte inferior de la vena. *Toda compresión intermitente de estos vasos contribuye, pues, á la vuelta de la sangre hacia el corazón.*

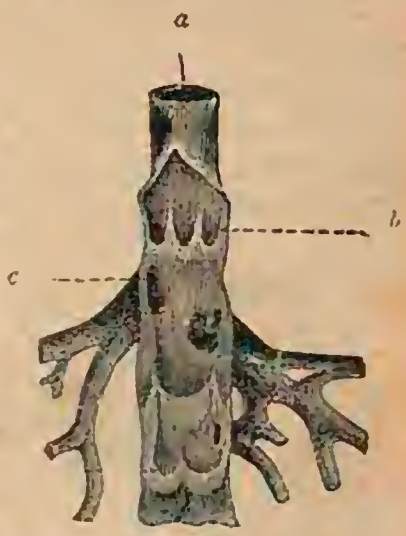


Fig. 58. — Vena abierta.

§ 105. La dilatación del pecho producida por los movimientos respiratorios, al aspirar este líquido á manera de una bomba, facilita también la llegada de la sangre venosa á las cavidades del corazón[1].

Sin embargo, la sangre corre con mucha menos velocidad en las venas que en las arterias, y la naturaleza ha multiplicado los medios para impedir que la obstrucción de uno de dichos vasos detenga la vuelta del líquido referido hacia el corazón. En efecto, por lo general, existen varias venas destinadas á llenar una misma función, y estos vasos se hallan en comunicación por numerosas anastómosis.

§ 106. El paso de la sangre á través de las cavidades del lado derecho del corazón se verifica de la misma manera que de la aurícula izquierda al ventrículo del mismo lado.

Cuando la aurícula derecha se dilata, la sangre afluye á ella de las dos venas cavas, y cuando en seguida se contrae esta cavidad, la mayor parte de dicho líquido pasa al ventrículo, porque existe en el borde de la abertura de aquellos vasos una válvula destinada á oponerse al reflujo de la sangre en la vena cava inferior (fig. 56), y, á causa de su propio peso, debe este líquido tende necesariamente á caer en la cavidad ventricular más bien que á subir por la vena cava superior.

La abertura por donde comunica el ventrículo derecho con la aurícula (fig. 55) tiene una válvula, llamada *válvula tricúspide*, análoga á la del ventrículo izquierdo. Esta cavidad impulsa con

[1] Los movimientos de espiración suspenden, al contrario, de una manera momentánea la marcha de la sangre en las venas gruesas y la aceleran en las arterias que entonces se encuentran comprimidas.

Á estos dos fenómenos debe atribuirse la hinchazón de las venas (sobre todo las de la cabeza y cuello) que se verifica al hacer una espiración gran-

sus contracciones la sangre en la arteria pulmonar, levantando otras válvulas que rodean la entrada de dicha arteria (fig. 56, 5), y que impiden al líquido contenido en su interior entrar en el corazón.

Finalmente, la sangre pasa de las arterias pulmonares á las venas del mismo nombre, atravesando los vasos capilares de los pulmones, y entra en la aurícula izquierda del mismo modo que se mueve en los canales de la circulación mayor.

CIRCULACIÓN DE LA SANGRE EN LOS DIVERSOS ANIMALES.

§ 107. **Mamíferos y aves.** — La circulación de la sangre se efectúa del mismo modo en el hombre, en los demás mamíferos y en las aves. En todos estos animales (fig. 59) se compone el corazón de dos mitades perfectamente distintas, dividida cada una en dos cavidades: una aurícula y un ventrículo. La sangre arterial llena las cavidades izquierdas del corazón y pasa del ventrículo á la aorta y sus dependencias; este sistema de arterias la conduce á todas las partes del cuerpo, en donde atraviesa los vasos capilares y se transforma en sangre venosa. Las venas de la circulación mayor reciben entonces este líquido y lo conducen á la aurícula derecha del corazón. Esta cavidad vierte en seguida la sangre en el ventrículo derecho, y el ventrículo la impulsa á la arteria pulmonar. La sangre venosa llega de este modo á los pulmones, y, atravesando los vasos capilares que terminan las arterias pulmonares, recibe el contacto del aire y se vuelve sangre arterial. En conclusión, la sangre así revivificada pasa á las venas pulmonares, que la vierten en la aurícula izquierda del corazón, y esta aurícula la impulsa en seguida al ventrículo izquierdo, de donde sale de nuevo para volver á hacer el mismo trayecto que acabamos de indicar.

Vese, pues, que en los mamíferos y en las aves, al dár una vuelta la sangre al aparato circulatorio, pasa dos veces por el corazón y atraviesa dos sistemas de vasos capilares, que sirven, uno para la nutrición del cuerpo y otro para la respiración: es lo que se expresa diciendo que, en dichos animales, *es doble la circulación*. También debe notarse que en estas dos clases de animales *es completa la circulación*, es decir, que toda la sangre venosa es conducida al aparato respiratorio y transformada en sangre arterial, antes de volver á los órganos que debe nutrir.

En el feto, cuando el aire no dilata aún los pulmones, no se

de. En el interior del cráneo es tan marcada esta hinchazón, que á cada movimiento respiratorio, los vasos situados debajo de la base del cerebro elevan esta víscera y producen una especie de pulsación.

efectúa la circulación de la misma manera que en el resto de la vida. Existe entonces una abertura (*agujero de Botal*) que pone en comunicación la aurícula derecha con la aurícula izquierda, y uno ó más vasos se dirigen directamente del ventrículo derecho á la arteria aorta, de modo que la sangre que viene de las diversas partes del cuerpo puede llegar á esta arteria sin atravesar el sistema pulmonar. Pero cuando el ser comienza á respirar, no tardan en obliterarse estas comunicaciones entre el sistema venoso y el arterial, y la circulación se verifica del modo indicado más arriba.

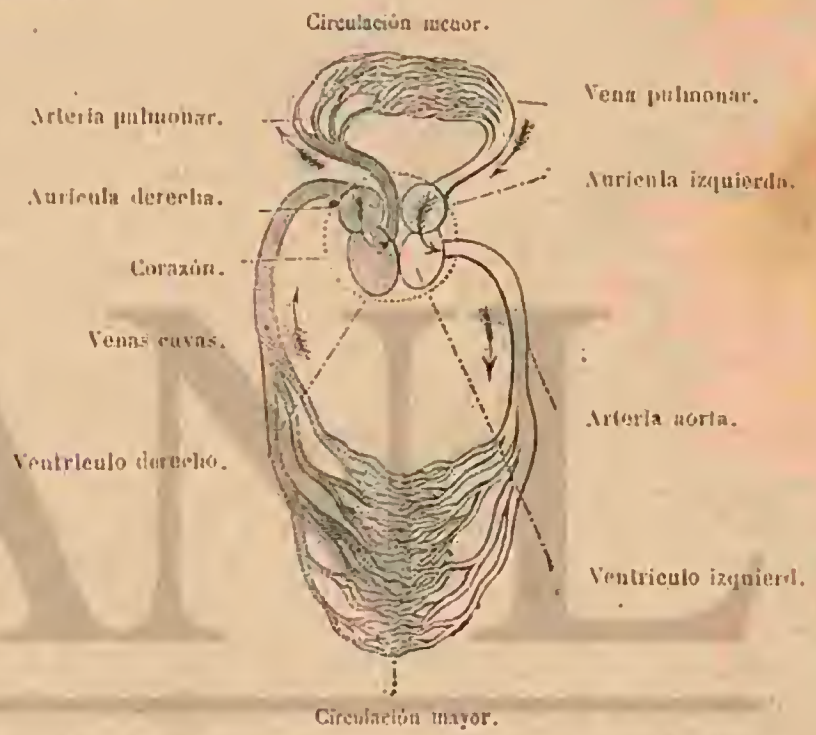


Fig. 59. — Figura teórica de la circulación en los mamíferos y aves [1].

§ 108. **Reptiles.** — En la clase de los reptiles, no es completa la circulación como en los mamíferos y en las aves; una parte más ó menos considerable de sangre venosa se mezcla á la sangre arterial antes de llegar á los pulmones, y por consiguiente el líquido nutricio que atraviesa los órganos se halla imperfectamente revivificado. Por lo general, se efectúa esta mezcla en el corazón, no teniendo este órgano sino tres cavidades, á saber: dos aurículas y un solo ventrículo (fig. teórica, núm. 60); la sangre venosa que viene de las diversas partes del cuerpo se vierte

[1] En esta figura teórica y las siguientes, las partes sombreadas indican las cavidades en donde se halla la sangre venosa; y las no sombreadas la parte del aparato circulatorio que contiene sangre arterial. El corazón está representado por un círculo de puntos.

por la aurícula derecha en el ventrículo único, que también recibe la sangre que viene de los pulmones contenida en la aurícula izquierda; una parte de esta mezcla de sangre arterial y de sangre venosa vuelve á los pulmones, y el resto se dirige, por las arterias, á los órganos que debe nutrir. Esta conformación del aparato circulatorio se parece un poco á la que existe en los mamíferos y aves en la vida fetal, cuando comunican una con otra las dos mitades del corazón.

Fig. 60. — Figura teórica de la circulación en los reptiles comunes.

En cuanto al trayecto de los vasos sanguíneos, también difiere poco del que hemos visto en los mamíferos. Debe solamente observarse que parten dos aortas del corazón, que, después de formar cada una un cayado dirigido, uno á la izquierda, como en los mamíferos, y otro á la derecha, se unen para constituir un tronco único (fig. 61).

En algunos reptiles, los cocodrilos por ejemplo, se verifica la circulación de una manera algo diferente, como veremos al tratar especialmente de estos animales.

§ 109. **Peces.** — En los peces es aún más sencillo el aparato circulatorio. El corazón no presenta sino dos cavidades[1], una aurícula y un ventrículo, y no recibe sino sangre venosa (fig. 63);

[1] En estos animales, lo mismo que en los batracios, existe además una pequeña cavidad contráctil llamada *bulbo*, á la entrada del sistema arterial.

por sus funciones, corresponde por consiguiente á la mitad derecha del corazón de los animales superiores. La sangre que parte

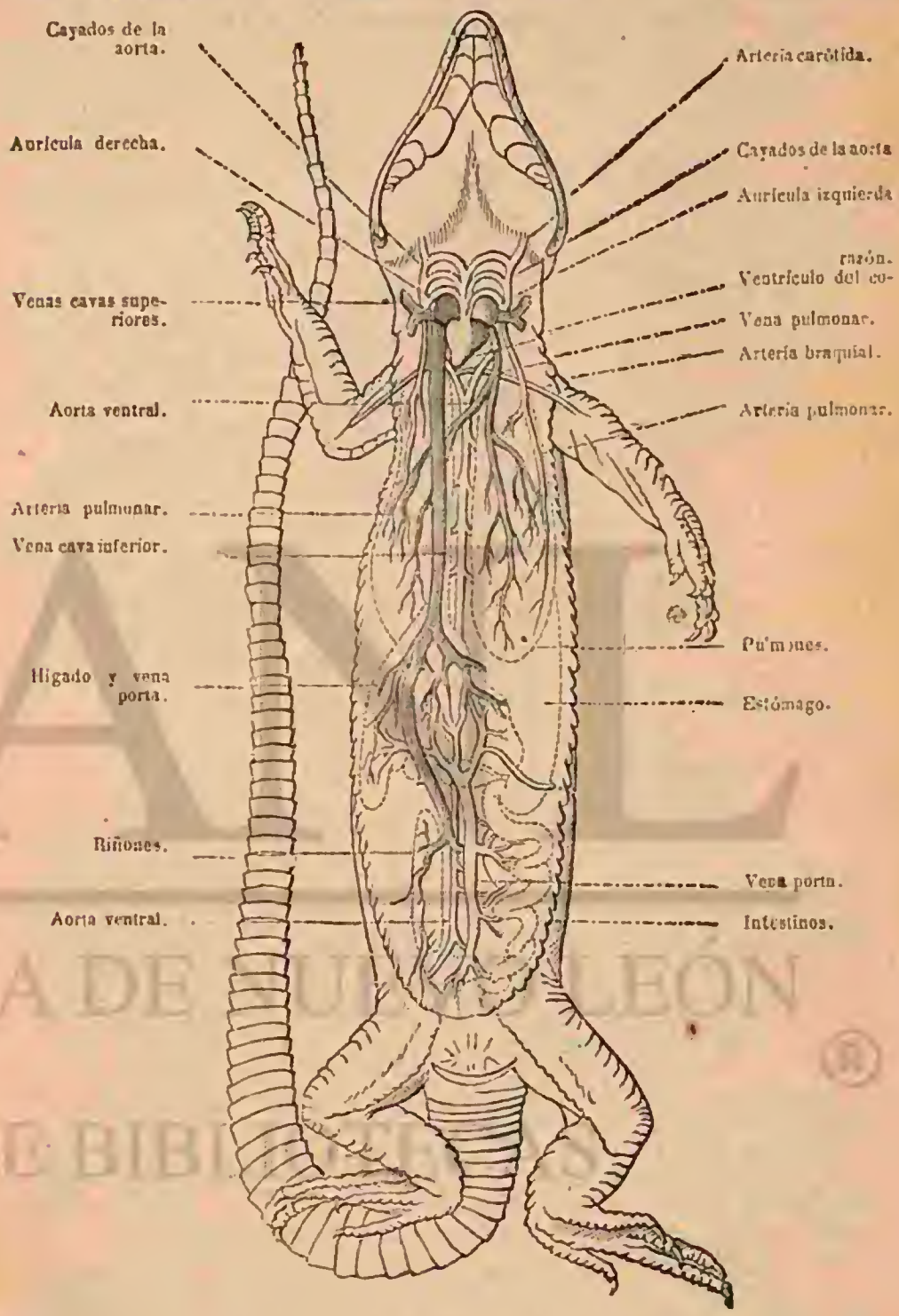


Fig. 61. -- Aparato circulatorio de un lagarto.

de él se dirige al aparato respiratorio; y después de experimentan

la influencia vivificante del aire, pasa directamente á los vasos arteriales destinados á transportarla á todas las partes del cuerpo; finalmente, después de haber servido este líquido para la nutrición

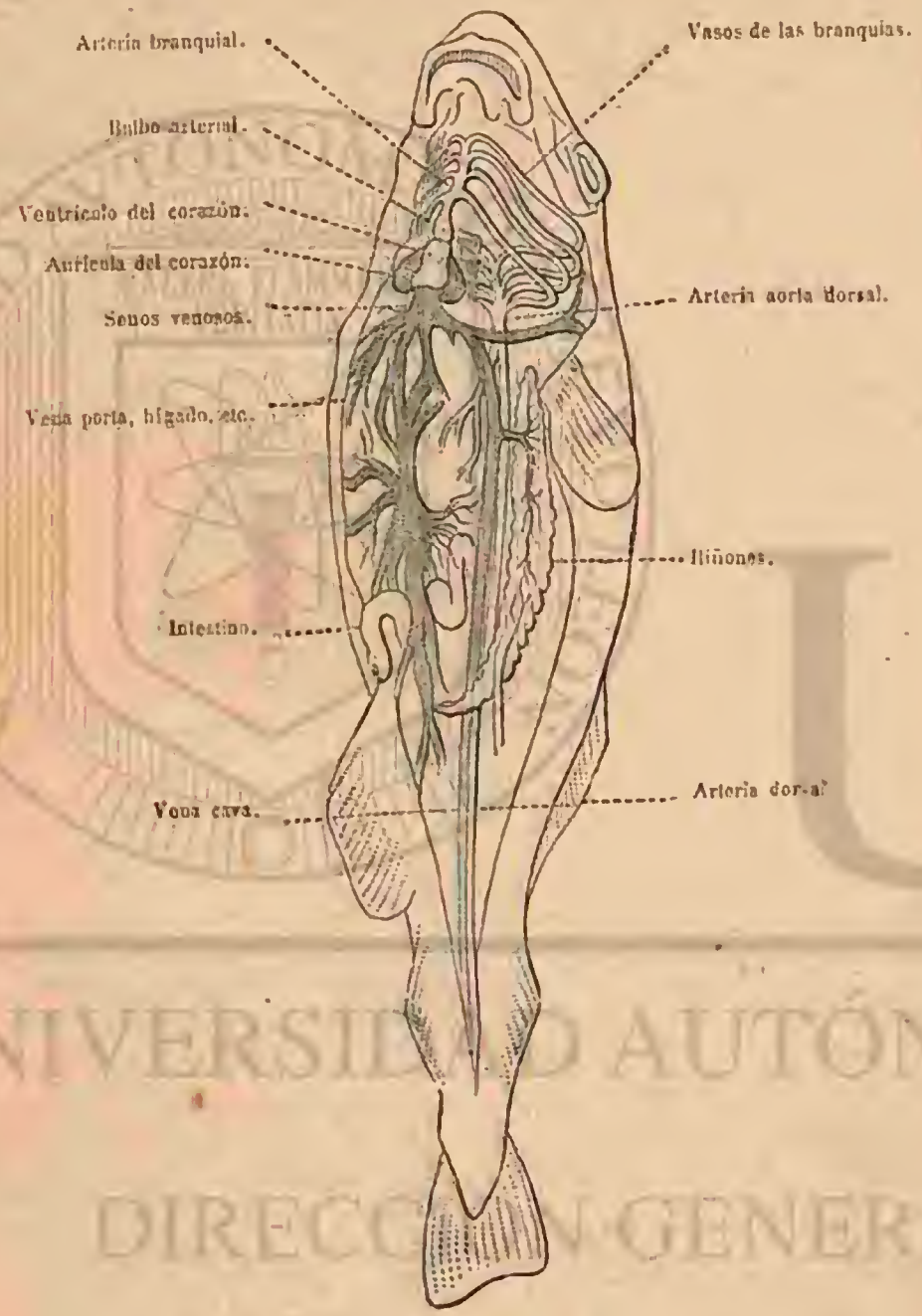


Fig. 62. — Aparato circulatorio de un pez.

de los órganos, vuelve por las venas á la aurícula del corazón, que la vierte en el ventrículo, de donde sale para volver de nuevo al aparato respiratorio (fig. 62).

Vese pues que, en los peces, al dar la sangre la vuelta circulatoria, no pasa sino una sola vez por el corazón, y esto en estado venoso. Pero la circulación es aún incompleta: pues toda la masa de la sangre venosa pasa al aparato respiratorio, y se transforma en sangre arterial antes de volver á los órganos.

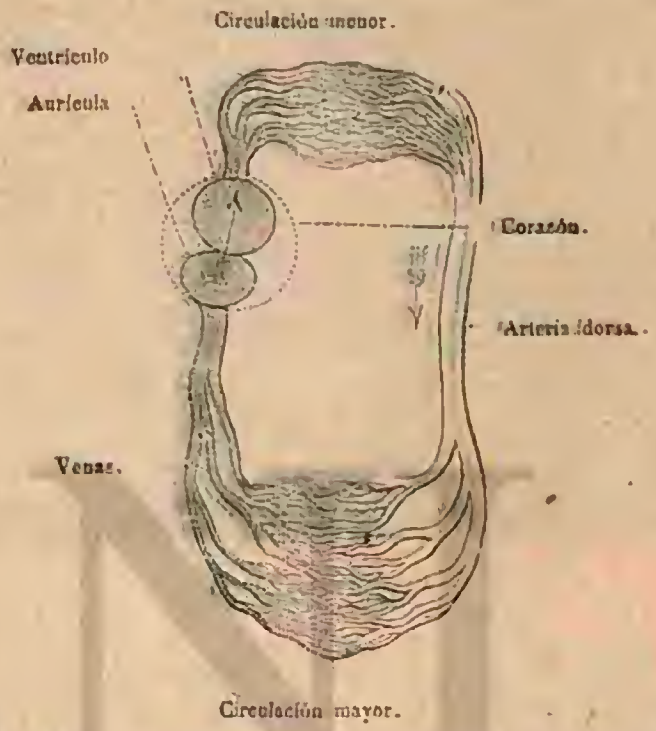


Fig. 63. — Figura teórica de la circulación en los peces.

§ 110. **Moluscos.** — En la mayor parte de los moluscos se verifica la circulación casi como en los peces, con la diferencia, sin embargo, de que el corazón es *aórtico* en vez de ser *pulmonar*, es decir, que se encuentra en el trayecto de la sangre que va del aparato respiratorio á las diversas partes del cuerpo, y que el sistema venoso es más ó menos incompleto. El corazón de estos animales se compone ordinariamente de un ventrículo (fig. 64, *h*), de donde nacen las arterias (*i*), y de una ó de dos aurículas que comunican con los vasos (*o*) que llevan á él la sangre arterial del aparato respiratorio (*d*), al cual llega este líquido directamente por canales venosos más ó menos completos (*n*). Así sucede en los caracoles, en las ostras y en todos los demás moluscos de la clase de los gasterópodos y de la clase de los acéfalos; pero algunas veces no existen aurículas bien constituídas y se encuentran una especie de corazones venosos completamente distintos del ventrículo aórtico y situados en la

base de los órganos de la respiración, como se ve en los pulpos, sepias y otros cefalópodos. Como quiera que sea, en todos los animales pasa la sangre arterial por el corazón, va luego á todas las partes del cuerpo, y se dirige en seguida hacia el aparato respiratorio. Mas, en esta última parte de su trayecto, no se

Fig. 64. — Aparato circulatorio de un molusco[1].

halla el fluido nutricio siempre encerrado en vasos propiamente dichos. En ocasiones faltan completamente las venas, y hacen sus veces cavidades ó espacios comprendidos entre los diversos órganos; otras veces existen venas en algunas partes del cuerpo, mientras que en las demás están desprovistos de paredes propias los canales venosos y no consisten sino en las lagunas interorgánicas ó grandes cavidades del cuerpo, la cavidad abdominal, por ejemplo (*m*, fig. 64). En conclusión, después de haber sufrido la sangre la influencia del aire, vuelve de nuevo al corazón para empezar el mismo trayecto.

§ 111. **Crustáceos.** — En los cangrejos y demás animales de la clase de los crustáceos, sigue la sangre la misma marcha que en los moluscos; pero el corazón, destinado á distribuirla por todas las partes del cuerpo, no se compone sino de un ven-

[1] Anatomía del caracol: — *a*, boca; — *bb*, pie; — *c* ano; — *dd*, pulmón; — *e*, estómago, cubierto por la parte superior con las glándulas salivares; — *ff*, intestino; — *g*, hígado; — *h*, corazón; — *i*, arteria aorta; — *j*, arteria gástrica; — *l*, arteria hepática; — *k*, arteria del pie; — *mm*, cavidad abdominal que hace las funciones de un seno venoso; — *nn*, canal irregular en comunicación con la cavidad abdominal y que lleva la sangre al pulmón; — *oo*, vasos que llevan la sangre arterial del pulmón al corazón.

trículo, y las venas se hallan reemplazadas en todos los puntos por cavidades irregulares que no presentan forma de vasos, y que constituyen en las proximidades de las branquias, especies de depósitos llamados *senos venosos* (fig 65). La sangre venosa

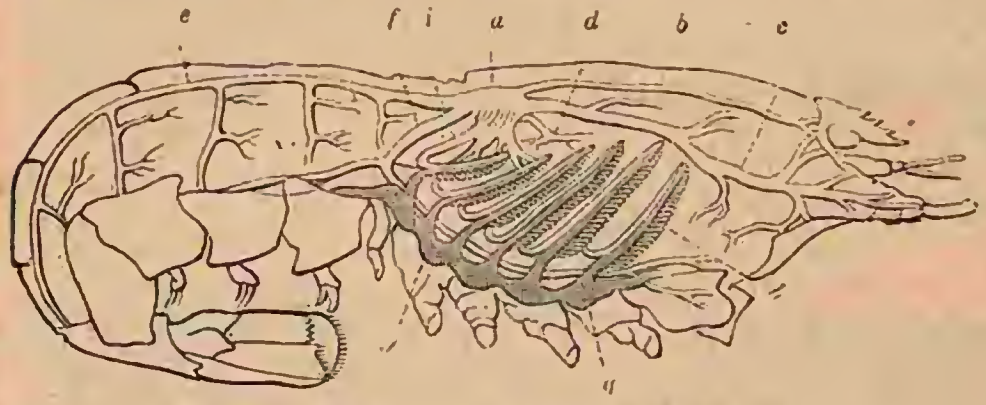


Fig. 65. — Aparato circulatorio de la langosta de mar[1].

baña también todos los órganos; pero el fluido nutricio se halla de nuevo encerrado en los tubos cuando va de las branquias al corazón. La circulación es por consiguiente semivascular y semilagunosa (fig. 66).

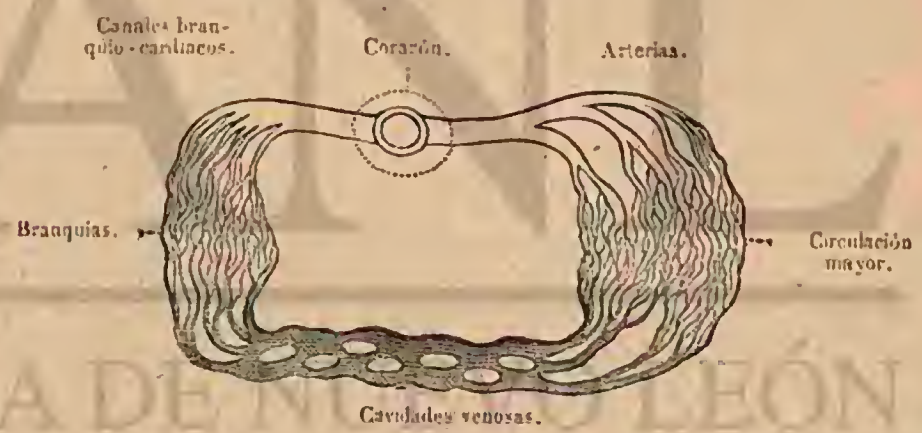


Fig. 66. — Figura teórica de la circulación de los crustáceos.

§ 112. **Insectos.** — En los insectos no está la sangre encerrada en un sistema de vasos especiales; no existen arterias ni venas, y el fluido nutricio se halla extendido en los intersticios

[1] *a*, corazón; — *b*, arteria oftálmica; — *c*, arteria antenaria; — *d*, arteria hepática; — *e*, arteria abdominal superior; — *f*, arteria esternal; — *gg*, senos venosos que reciben la sangre que viene de las diversas partes del cuerpo y la envían al aparato respiratorio (las branquias, *h*), de donde vuelve al corazón por los vasos branquio-cardiacos, *i*.

que hay entre los diversos órganos; pero no obstante se halla animado de un movimiento circulatorio, y el agente principal de esta circulación vaga é incompleta es un vaso dorsal situado en la línea media del cuerpo, por encima del tubo digestivo (fig .67). Más adelante veremos la marcha que sigue la sangre en el organismo de los animales de aparato circulatorio lagunoso.

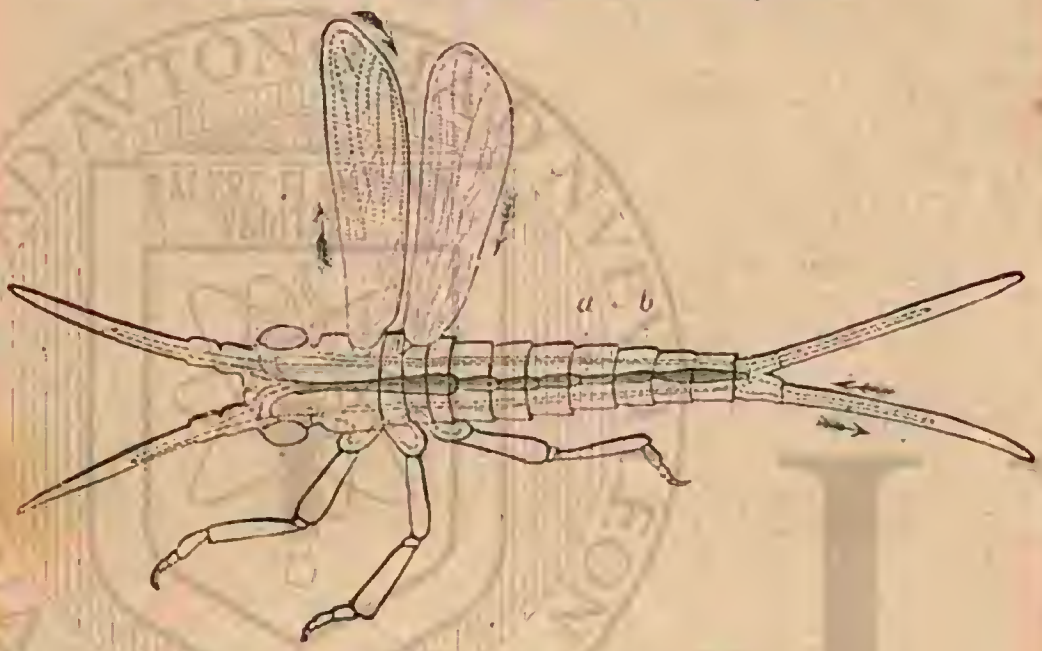


Fig. 67. — Circulación en los insectos[1].

§ 113. **Gusanos.** — En los gusanos de la clase de los anélidos (como la sanguijuela y la lombriz de tierra), existe al contrario un aparato vascular completo; pero, en general, no tienen corazón propiamente dicho, y el líquido nutricio se pone en movimiento sólo por las contracciones de los principales vasos. También la marcha de la sangre es bastante menos regular que en los diversos animales de que acabamos de hablar y á menudo no es constante la dirección de la corriente.

§ 114. **Zoólitos.** — Finalmente, existe una especie de circulación aun más imperfecta en diversos zoólitos, como en ciertos pólipos, en los cuales el líquido nutricio, extendido en la gran cavidad que existe en el cuerpo de estos animales, se mueve con bastante velocidad, bajo la influencia de pequeños filamentos, llamados *pestañas vibrátiles*, que existen en las paredes de esta cavidad y que agitan el líquido como lo harían remos ó pa-

[1] Las flechas indican la dirección de las corrientes: — *a*, vaso dorsal en el cual se dirige la sangre de atrás hacia delante; — *b*, principales corrientes laterales.

letas. Esta cavidad, que á la vez hace de estomago, es algunas veces simple; pero otras se extiende por las partes del cuerpo más distantes en forma de canales ramificados.

§ 115. Tales son las principales modificaciones que se observan en la manera como se efectúa la circulación del fluido nutricio en los diversos animales. Estudiemos ahora los fenómenos que se verifican mientras recorre del modo expresado el sistema vascular.

RESPIRACIÓN.

§ 116. Hemos visto que la sangre arterial, por su acción sobre los tejidos, pierde las cualidades que la hacian propia para la conservación de la vida, y que después de ser modificada de este modo, vuelve á tomar sus propiedades primeras por el contacto del aire: este contacto es, pues, necesario para la existencia de los seres vivos. Y en efecto, si se pone un animal bajo la campana de una máquina neumática en la cual se hace el vacío, ó bien se le priva del aire por cualquier otro medio, sobreviene grandísimo desarreglo en las diversas funciones; en seguida se interrumpe la acción de todos los órganos, la vida cesa de manifestarse, y el animal cae en estado de *asfixia*, ó de muerte aparente; finalmente la vida se extingue por completo.

Este fenómeno es uno de los más generales de la naturaleza orgánica: la influencia del aire es indispensable á todos los animales, como lo es á todos los vegetales; y cuando se priva de ella durante cierto tiempo á un ser animado, es segura su muerte. Casi en todo donde la vida existe, es necesario el aire.

A primera vista, podria creerse que los animales que viven siempre debajo de agua, como los peces, no necesitan de la influencia del aire y forman, por consiguiente, una excepción de la ley de que acabamos de hablar; pero no es así, pues el líquido en el cual están sumergidos absorbe y tiene en disolución cierta cantidad de aire que fácilmente pueden ellos separar, y que basta para la conservación de sus vidas; les es imposible existir en agua que no contenga aire, y se les ve asfixiarse y morir en ella como perecen los mamíferos ó las aves que sus traemos á la acción del aire atmosférico bajo su forma ordinaria.

Las relaciones del aire con los seres orgánicos forman una de las partes más notables de su historia fisiológica, y la serie de fenómenos que de ello resulta constituye el acto de la RESPIRACIÓN.

§ 117. Hemos dicho que el aire es necesario á la vida de todos

los animales; mas este fluido no es un cuerpo homogéneo; la química ha demostrado la existencia en él de principios muy diferentes, y que, por consiguiente, pueden no desempeñar el mismo papel en el fenómeno de la respiración. En efecto, además del vapor de agua de que está la atmósfera siempre más ó menos cargada, da el aire por el análisis cosa de 21 centésimas partes de *oxígeno* y 79 de *nitrógeno*, así como trazas de *gas ácido carbónico*. La primera cuestión que se presenta al espíritu, cuando se emprende el estudio de la respiración es, pues, averiguar si estos diferentes gases obran del mismo modo sobre los animales, ó bien si á uno de ellos especialmente pertenece la propiedad de conservar la vida.

Para resolverla bastan pocos experimentos. Si se pone un animal vivo en un recipiente lleno de aire y se intercepta toda comunicación de este fluido con la atmósfera, se ve que al cabo de un rato más ó menos largo, el animal se asfixia y perece; el aire que le rodea ha perdido, pues, la facultad de conservar la vida, y, si entonces se analiza químicamente, se ve que ha perdido al mismo tiempo la mayor parte de su oxígeno. Si en seguida se coloca otro animal en un recipiente lleno de gas nitrógeno, vésele perecer muy pronto; mientras que si se encierra un tercer animal en un recipiente con oxígeno, respira con actividad y no presenta ningún síntoma de asfixia.

Es, pues, evidente que *á la presencia del oxígeno debe el aire sus propiedades vivificantes.*

El descubrimiento de este hecho importante no data sino de fines del siglo pasado (1777), y se debe á Lavoisier, uno de los químicos franceses más celebres, que á pesar de sus numerosos títulos al reconocimiento público, murió en el patíbulo víctima de la tormenta revolucionaria.

§ 118. Por el acto de la respiración, decíamos, todos los animales toman del aire que les rodea cierta cantidad de oxígeno; pero los cambios que éstos determinan así en la composición de dicho fluido no se limitan á lo expresado: el oxígeno que desaparece es reemplazado por otro gas, el ácido carbónico, que, lejos de ser como el primero propio para la conservación de la vida, hace perecer á los animales que le respiran en cantidad algo considerable. La producción de esta sustancia es un acto no menos general entre los animales que la absorción del oxígeno; y en estos dos fenómenos consiste esencialmente el trabajo *respiratorio*.

§ 119. En cuanto al nitrógeno del aire respirado, su volumen cambia poco; y el uso principal de este gas parece que es debilitar la acción del oxígeno.

Hase observado, sin embargo, que, en algunos casos, desaparece durante la respiración una parte del nitrógeno del aire, y que otras veces aumenta su volumen. Parece aún que los animales lo absorben y exhalan continuamente, como exhalan y absorben los líquidos contenidos en la cavidad del pericardio, peritóneo, etc., y que las variaciones que acabamos de señalar dependen de que estas dos funciones opuestas se equilibran por lo general, de modo que su resultado no es aparente, sino que la absorción del nitrógeno es algunas veces más activa que su exhalación, mientras que otras veces la cantidad de este gas exhalado excede de la absorbida: de donde resulta tan luego una diminución, como un aumento en su volumen, cuando se compara antes y después de haber servido á la respiración.

§ 120. Finalmente, despréndese también del cuerpo, con los productos de la respiración, cantidad más ó menos considerable de vapor de agua; esta exhalación, que ha recibido el nombre de *transpiración pulmonar*, es mismo uno de los fenómenos más aparentes de la respiración, cuando, por la acción refrigerante del aire ambiente, se condensan estos vapores á la salida del cuerpo y forman una nube más ó menos espesa.

§ 121. En tanto que el aire respirado pasa por los cambios que acabamos de indicar, la sangre, que recorre las membranas en contacto con dicho fluido experimenta igualmente modificaciones importantes : vuélvese á propósito para conservar la vida, y pasa del color rojo oscuro al rojo encendido. Para observar bien este hecho, basta abrir una arteria de un animal vivo y al mismo tiempo comprimir su pescuezo para impedir que el aire entre en los pulmones; la sangre que saldrá de la arteria será al principio de color rojo vivo, pero no tardará en tomar un color oscuro y volverse sangre venosa. Si entonces se permite de nuevo el acceso de aire á los pulmones, se ve á este líquido cambiar otra vez de color y volver á tomar el propio de la sangre arterial.

§ 122. **Teoría de la respiración.** — Tales son los principales fenómenos de la respiración de los animales. Tratemos ahora de darnos cuenta de ellos y encontrar su explicación.

Y primeramente ¿qué es del oxígeno que desaparece, y cuál el origen del ácido carbónico producido durante el ejercicio de dicha función?

Cuando se quema carbón en un recipiente lleno de aire se ve que el oxígeno desaparece y es reemplazado por un volumen igual de gas ácido carbónico; al mismo tiempo ocurre un desprendimiento considerable de calor. Ahora bien, los mismos fenómenos se verifican durante la respiración, y se observa siempre una notable relación entre la cantidad de oxígeno empleada por el ani-

mal y la de ácido carbónico que produce; en circunstancias ordinarias, el volumen de este último es poco inferior al del primero, y todos los animales, comos veremos por lo que sigue, desprenden más ó menos calor.

Existe, pues, la mayor analogía entre los principales fenómenos de la respiración y los de la combustión del carbón, y esta paridad en los resultados ha hecho pensar que debía ser una misma la causa de ambos fenómenos. Hase supuesto, por consiguiente, que el oxígeno del aire inspirado se combinaba en el interior del órgano de la respiración con el carbono procedente de la sangre, y que, de esta especie de combustión, se formaba el ácido carbónico cuya expulsión es de cierta manera el complemento del acto respiratorio.

Mas esta teoría, propuesta por el célebre Lavoisier, y adoptada hasta hace pocos años por la mayor parte de los fisiólogos, no está completamente de acuerdo con los resultados de la experiencia, y, por lo tanto, debe modificarse; pues hoy en día se sabe que el consumo de oxígeno por la respiración no tiene relación inmediata con la producción del acido carbónico; este último gas existe completamente formado en la sangre venosa, y viene simplemente á exhalarse á la superficie del órgano respiratorio mientras que el oxígeno del aire, absorbido por esta misma superficie, va á disolverse en el líquido nutricio y da á éste las cualidades características de la sangre arterial.

§ 123. Para probar que el ácido carbónico no es producto de la combinación directa del oxígeno inspirado con el carbono exhalado por la sangre que atraviesa el órgano respiratorio, basta un sencillísimo experimento, hecho, hace algunos años, por William Edwards. Colóquese en un recipiente lleno de nitrógeno, ó de cualquiera otro gas que no contenga oxígeno, un animal susceptible de resistir por bastante tiempo á la asfixia, una rana por ejemplo; hágase después el análisis del gas: se encontrará que el animal, así privado del oxígeno, habrá continuado sin embargo desprendiendo ácido carbónico como si hubiese respirado en el aire. Ahora bien, en este caso, es imposible atribuir la formación del ácido carbónico á una combustión directa ocurrida en el pulmón, pues esta combustión habría necesariamente cesado tan luego como el aire respirado dejase de contener oxígeno; continuando el desprendimiento del ácido carbónico, es necesario que dicho gas exista ya formado en el cuerpo del animal y sea simplemente exhalado por el órgano respiratorio.

§ 124. En efecto, la sangre es la que produce el ácido carbónico desprendido durante el acto respiratorio, y recientemente se ha comprobado que existe siempre en disolución en el líquido

nutricio cierta cantidad de este gas, lo mismo que un poco de oxígeno y nitrógeno. Los trabajos de Magnus, químico de Berlin, han demostrado también que la sangre posee la propiedad de disolver cierta cantidad de todo gas que se ponga en contacto con ella; pero que cuando este líquido, hallándose cargado de un gas, absorbe otro, no lo hace sino abandonando cierta cantidad del primero, el cual parece que cede sitio para el segundo. Así es que, cuando se agita sangre venosa con hidrógeno, una parte de dicho gas se disuelve, y cierta cantidad del ácido carbónico que ya existía en el líquido se desprende[1]. Cuando, en lugar de emplearse hidrógeno, como en el experimento precedente, se emplea oxígeno, se obtiene análogo resultado: la sangre venosa disuelve cierta cantitad de dicho gas, abandona una cantidad casi equivalente de su ácido carbónico, y á causa de esta sustitución, cambia de color pasando del rojo oscuro al rojo vivo, y se vuelve semejante á la sangre arterial.

§ 125. Vese que, en este experimento, se reproducen todos los principales fenómenos de la respiración independientemente de la influencia de la vida y sólo por efecto de la propiedad que posee la sangre de disolver alternativamente los diversos gases que estén en contacto con ella. Es pues presumible que lo mismo sucede en el interior del cuerpo de los animales vivos, y que la respiración consiste únicamente en la absorción que coincide con el desprendimiento y la exhalación del ácido carbónico y de los demás gases, de los cuales se encuentra la sangre previamente cargada.

Sábese, por otra parte, que la interposición de una membrana análoga á la que forma las paredes de los vasos respiratorios en que circula la sangre no impide el paso de los gases: si se pone sangre venosa en una vejiga bien cerrada y se expone ésta á la acción del oxígeno, se observarán los mismos fenómenos que si se pusiesen estos dos fluidos en contacto inmediato: el oxígeno se disolverá en parte en la sangre y será reemplazado por el ácido carbónico que se desprenderá de dicho líquido, cuyo color pasará al mismo tiempo del rojo pardo al rojo vivo. Ya hemos visto que los órganos respiratorios están conformados de la manera más favorable á la absorción y se sabe por numerosos experimentos que todas las sustancias volátites introducidas en el torrente de la circulación son, lo mismo que el ácido carbónico, expulsadas poco á poco del cuerpo por la exhalación que se verifica en sus órganos.

---

[1] Este desprendimiento es una consecuencia de la difusibilidad de los gases. (Véanse mis *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. I, p. 436 y siguientes.)

§ 126. Por este conjunto de observaciones se puede formar una idea exacta de lo que pasa en el acto de la respiración.

La sangre venosa que llega de todas las partes del cuerpo tiene en disolución ácido carbónico en cantidad bastante considerable, un poco de nitrógeno y algunas trazas de oxígeno. Pero no está saturada de este último gas, y al atravesar el aparato respiratorio, donde se encuentra en contacto casi directo con el aire, halla cantidades considerables. Lo disuelve, pues, y al mismo tiempo una parte del ácido carbónico de que está cargada, obedeciendo á la ley de la difusión de los gases, se desprende para esparcirse en el aire[1]. Si la sangre tiene en disolución poco nitrógeno, puede absorberlo también: mas, por lo general abandona un poco de él. Finalmente, no estando el aire inspirado saturado de humedad, se verifica del mismo modo desprendimiento de cierta cantidad de vapor de agua; de esta manera se efectúan cambios entre la sangre y el aire.

En resumen, *la respiración consiste, esencialmente, en un fenómeno de absorción y de exhalación, á consecuencia de cual la sangre que se pone en contacto con el aire atmosférico se desprende de su ácido carbónico y se carga de oxígeno.*

Luego, la sangre muy cargada de ácido carbónico presenta todos los caracteres de la sangre venosa, y la cargada de oxígeno libre es de color vivo y constituye la sangre arterial.

Así es que el cambio respiratorio tiene por efecto, de una parte la transformación de la sangre venosa en sangre arterial, de otra parte la alteración del aire, que se encuentra pobre de oxígeno y cargado de ácido carbónico, modificación que le hace inepto para servir, como anteriormente, sea á la respiración de los animales, sea á la conservación de la combustión ordinaria.

En cuanto al origen del ácido carbónico contenido en la sangre y exhalado como se ha dicho por el trabajo respiratorio, hay motivos para creer que este gas se forma á la vez en todas las partes del cuerpo, y resulta de la combinación del oxígeno absor-

---

[1] Es esencial tener presente que la cantidad de ácido carbónico contenida en la sangre venosa, aunque pequeña, basta para darse cuenta de toda la cantidad de dicho gas desprendida durante la respiración. Así, en el hombre, este líquido contiene por lo menos la quinta parte de su volumen; y como la cantidad de sangre que atraviesa los pulmones en un minuto puede valuarse en unos cinco litros, debe pasar durante este mismo tiempo cosa de un litro de gas ácido carbónico: luego, la cantidad de este gas desprendido por la respiración durante el mismo lapso de tiempo no pasará, aun por los cálculos más elevados, de 135 centímetros cúbicos, ó lo que es lo mismo un poco más de medio litro.

bido con el carbono procedente de las materias orgánicas contenidas en el fluido nutricio ó tomadas de los tejidos. *El fenómeno esencial de la respiración no es, pues, otra cosa que una especie de combustión que se opera en el interior del organismo*, y los cambios que se efectúan entre la sangre y la atmósfera, por la superficie respiratoria, no son sino los preliminares y las consecuencias de dicho trabajo.

§ 127. **Actividad de la respiración.** — Hemos visto que la respiración es indispensable para la conservación de la vida de todos los seres animados, mas el grado de actividad de esta función varía mucho en los diferentes animales.

De todos estos seres, los que tienen respiración más activa son las aves; en un tiempo dado, consumen más aire que los demás animales, y sucumben también más pronto á la asfixia.

Los mamíferos tienen igualmente respiración activísima, y se han hecho muchos experimentos para apreciar la cantidad de oxígeno que uno de ellos, el hombre, emplea de esta manera en un tiempo dado. Está cantidad varía según los individuos, la edad y otras diversas circunstancias; pero según los trabajos más recientes, parece que es, por término medio, de unos 550 litros ó decímetros cúbicos por día. Ahora bien, el oxígeno no forma sino las 21 centésimas partes (en volumen) del aire atmosférico; dedúcese, pues, que el hombre consume, durante dicho espacio de tiempo, lo menos 2,750 litros ó decímetros cúbicos de este último fluido[1].

Los animales de las clases inferiores tienen, por lo general, respiración bastante más limitada, sobre todo los que viven en el agua.

Pero, no obstante, si se piensa en el consumo enorme de oxígeno que todos estos seres deben hacer cada día, se ve que la atmósfera sería á la larga despojada de él, y que todos los seres perecerían asfixiados, si la naturaleza no emplease medios poderosos para renovar sin cesar la cantidad de gas esparcido al rededor de la superficie del globo.

Esto es efectivamente lo que sucede; y es digno de notarse que

[1] Equivocaríase mucho el que supusiese, según estos cálculos, que la cantidad de aire que queda indicada podría bastar para el consumo de la respiración de un hombre durante veinte y cuatro horas; pues nosotros no podemos utilizar todo el oxígeno contenido en el aire que entra en nuestros pulmones, y desde que la atmósfera que nos rodea contiene cierta proporción de ácido carbónico, se hace imposible la vida en ella. Un hombre hace entrar en sus pulmones de 7 á 8 metros cúbicos de aire por día, y para respirar con comodidad en un lugar cerrado tiene necesidad de cantidad mucho mayor. Así es que en las salas de espectáculo y en otros lugares en donde se reunen número considerable de personas, es preciso para cada una hasta 6 ó aún 10 metros cúbicos de aire por hora.

este medio constituye precisamente un fenómeno del mismo orden que aquél cuyos efectos está destinado á compensar: llámase *respiración de las plantas.*

Los vegetales absorben el ácido carbónico esparcido en la atmósfera, y, bajo la influencia de la luz solar, extraen el carbono y dejan libre el oxígeno. Así es que el reino vegetal da á los animales el oxígeno que necesitan, y que la respiración de los animales suministra sin cesar á los vegetales el ácido carbónico indispensable á su crecimiento.

Vese pues que la naturaleza de la atmósfera depende en gran parte de la relación que existe entre los animales y los vegetales, y que á su vez la composición del aire debe regular de cierto modo el número relativo de dichos seres [1].

§ 128. Existe siempre admirable relación entre la cantidad de aire consumido por cada animal en un tiempo determinado y la vivacidad de sus movimientos. Los animales de movimientos lentos y raros tienen, en igualdad de circunstancias, respiración mucho menos extensa que los que se mueven con rapidez y permanecen poco tiempo en reposo. Las ranas y los sapos, por ejemplo, consumen menos aire que ciertas mariposas, aunque su cuerpo sea de volumen mucho mayor que el de dichos insectos; mas los batracios citados no se mueven sino poco y lentamente, mientras que las mariposas ejecutan sin cesar los movimientos más rápidos.

§ 129. La actividad de la respiración varía también en un mismo animal, según la circunstancias en que se halla colocado; y se puede sentar, en tesis general, que todo lo que tienda á disminuir la energía del movimiento vital determina una disminución, ya en la absorción del oxígeno, ya en la proporción relativa del ácido carbónico exhalado, mientras que, por otra parte, todo lo que aumenta la fuerza del animal produce un cambio correspondiente en la extensión de la respiración.

Así, en los animales de corta edad, dicho trabajo es menos activo que en los mismos seres en la edad adulta. Durante el sueño, se disminuye igualmente la extensión de la respiración. La fatiga, la abstinencia, el abuso de licores espirituosos producen el mismo efecto. Un ejercicio moderado y la alimentación activan, al contrario, esta función.

---

[1] Según esto podría creerse que en las poblaciones en donde viven reunidas gran número de personas y en donde existen pocas plantas, la atmósfera debe ser menos rica en oxígeno que en las campiñas: pero sería un error. El análisis químico demuestra que el aire tiene en todas partes la misma composición; esta uniformidad debe atribuirse á las corrientes que agitan continuamente la atmósfera.

Hasta aquí hemos tratado solamente de los fenómenos de la respiración, considerados en sí mismos, y sin tener presente los órganos en que se producen. Veamos ahora cuáles son los instrumentos destinados á esta función importante y veamos también cómo cambian en los diversos animales.

APARATO DE LA RESPIRACIÓN

§ 130. En los animales de organización más sencilla, no se efectúa la respiración en ningún aparato especial, sino que se verifica en todas las partes que están en contacto con el elemento en que viven estos seres y del cual toman el oxígeno necesario á su existencia.

En la envoltura general del cuerpo, ó piel, se efectúa también una respiración más ó menos lenta en la mayor parte de los animales de las clases más elevadas, y principalmente en el hombre; pero, en todos estos seres, una parte determinada de la membrana tegumentaria está más especialmente destinada á obrar sobre el aire, y su estructura se modifica á fin de desempeñar mejor esta función.

La parte así modificada para obrar sobre el aire presenta textura blanda, esponjosa y delicada: recibe gran cantidad de sangre, y está siempre dispuesta de manera que presenta, en un volumen comparativamente pequeño, una superficie tanto más extensa, cuanto más activa ha de ser la respiración. Puédese también decir, en tesis general, que dicho órgano es un instrumento tanto más poderoso, cuanto más se aleje su organización de la de la envoltura general del cuerpo, y que, en igualdad de circunstancias, la respiración que se verifica por la piel es tanto menos activa, cuanto más extensión tenga en dichos órganos especiales.

§ 131. Por lo demás, la estructura de los órganos respiratorios varía según se hallen destinados á estar en contacto con el aire en estado de gas, ó á obrar bajo de agua que tenga en disolución cierta cantidad del expresado fluido.

En efecto, en todos los animales que viven sumergidos en agua y que respiran por intermedio de este líquido, los instrumentos especiales de la respiración son salientes, y se designan con el nombre de *branquias;* mientras que, en los animales de respiración aérea, no existen branquias, pero sí cavidades interiores que sirven para el mismo uso y que se llaman *pulmones* ó *tráqueas*.

§ 132. **Organos de la respiración acuática.** — La forma de las BRANQUIAS varía mucho: algunas no consisten sino en tubérculos ó prolongaciones foliáceas, de textura algo más de-

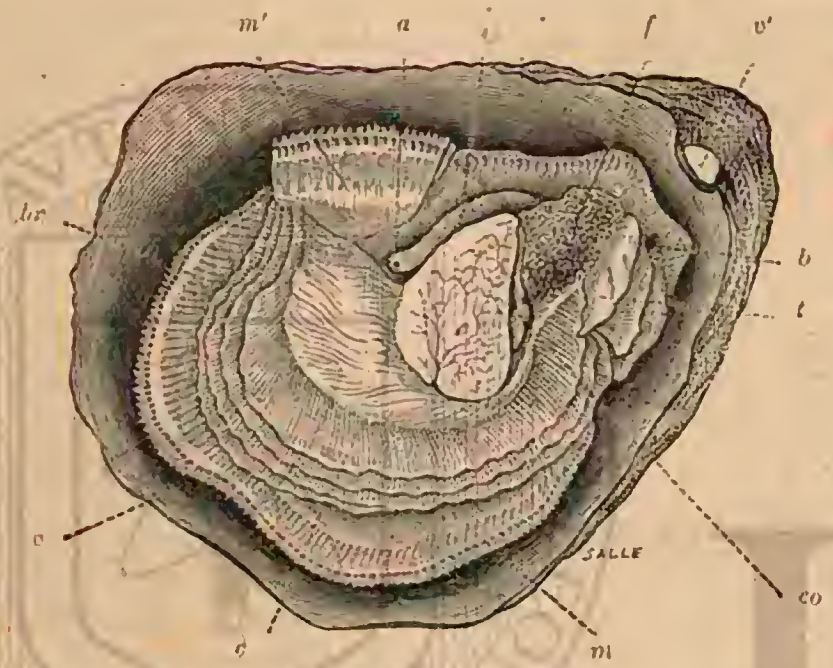


Fig. 68. — Anatomía de la ostra[1].

licada que la del resto de la piel y que reciben mayor can-

Fig. 69. — Porción anterior del cuerpo de un anélido dórsibranquio del género Eunice[2].

tidad de sangre; otras veces se componen estos órganos de

[1] *v*, una de las valvas de la concha; — *v'*, charnela; — *m*, uno de los lóbulos del manto; — *m'*, porción del otro lóbulo replegado encima; — *c*, músculos de la concha; — *br*, branquias; — *b*, boca; — *t*, palpos labiales; — *f*, hígado; — *i*, intestino; — *a*, ano; — *co*, corazón.

[2] *a*, cabeza; — *b*, patas; — *c*, branquias.

una multitud de filamentos ramosos y se parecen á pequeños arbúsculos ó á penachos vasculares (fig. 69); otras ocasiones, en fin, están formadas por gran número de laminitas membranosas dispuestas como las hojas de un libro, ó como los dientes de un peine. La primera de estas formas de organización se encuentra en varios gusanos marinos, tales como el arenícola, tan común en nuestras costas; la segunda se ve también en diversos anélidos, lo mismo que en muchos crustáceos; finalmente la última es propia de la mayor parte de los moluscos y de los peces (figuras 68 y 70).

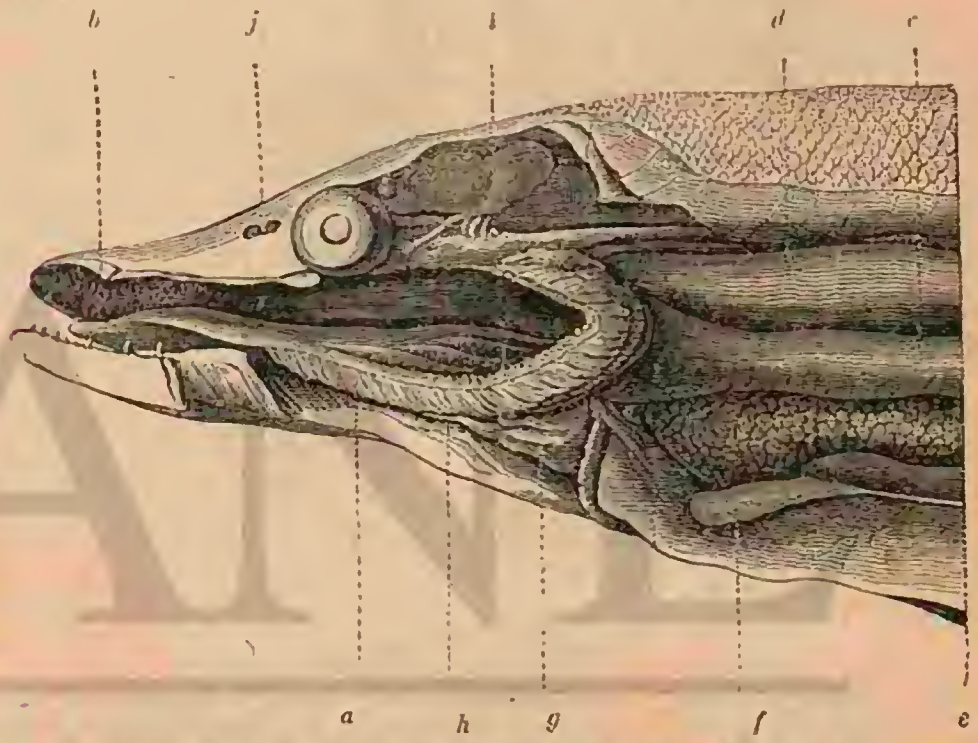


Fig. 70. — Lucio (*Esox-Lucius*)[1]

Hay igualmente que indicar que, en los animales inferiores, se hallan las branquias situadas por lo general al exterior, de modo que flotan en libertad en el agua circundante; mientras que en los animales más elevados en la serie zoológica, tales como la mayor parte de los moluscos y todos los peces, se hallan estos órganos en una cavidad que sirve para protegerlos y que está dispuesta de tal manera que puede renovarse fácilmente el agua en su interior.

[1] Lucio abierto. — *a*, branquias; — *b*, lengua; — *c*, estómago; — *d*, vejiga natatoria; — *e*, ovarios; — *f*, vesícula biliar; — *g*, corazón; — *h*, arteria branquial; — *i*, cerebro; — *j*, ventanas de la nariz.

§ 133. **Órganos de la respiración aérea.** — Las cavidades interiores que sirven para la respiración aérea presentan unas veces la forma de tráqueas y otras la de pulmones.

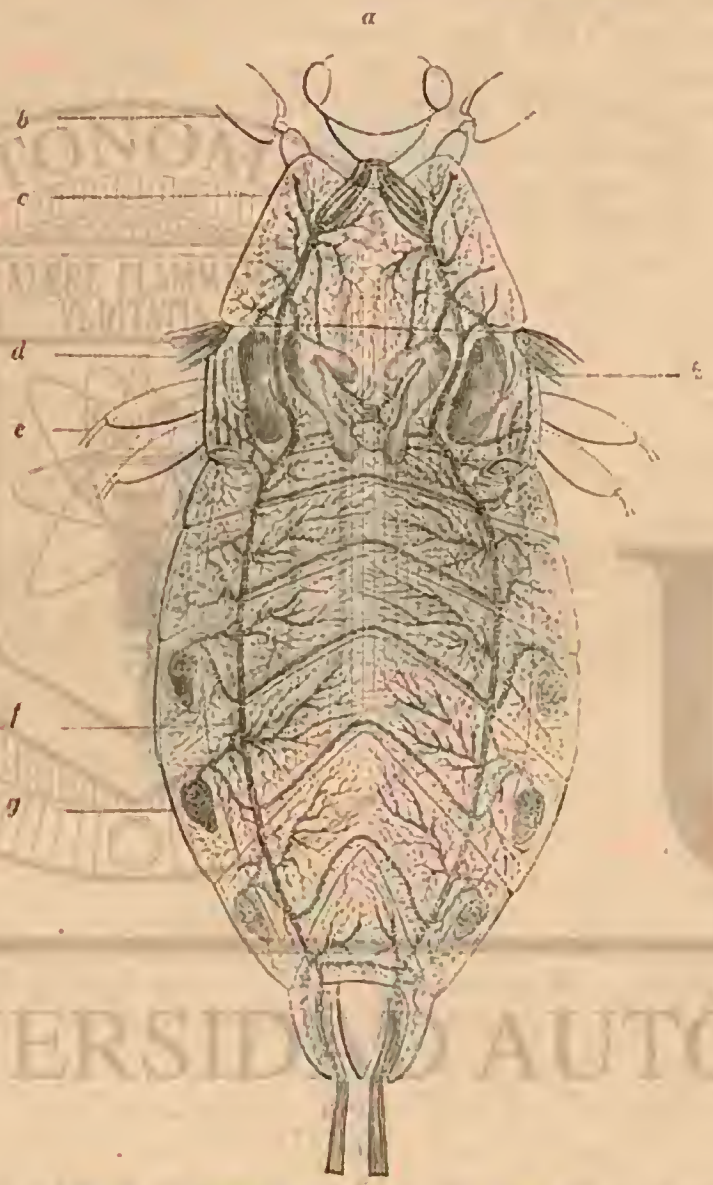


Fig. 71. — Aparato respiratorio de un insecto[1].

Las TRÁQUEAS (fig. 71, *f*) son vasos que comunican con el exterior por orificios llamados *estigmatos* y se ramifican en el interior de diversos órganos. Llevan de este modo el aire, y por

[1] *a*, cabeza; — *b*, base de las patas del primer par; — *c*, primer anillo del tórax; — *d*, base de las alas; — *e*, base de las patas del segundo par; *f*. tráqueas; — *g*, estigmatos; — — *h*, vesículas aéreas.

consiguiente en todas las partes del cuerpo se efectúa la respiración. Esta clase de estructura es especial de los insectos, miriápodos y algunos arácnidos.

§ 134. Los PULMONES son bolsas más ó menos subdividas en células, que reciben igualmente el aire en su interior, y cuyas paredes están cruzadas por vasos que contienen la sangre que debe someterse á la influencia vivificante del oxígeno.

Existen pulmones (pero en estado de sencillez extrema) en la mayor parte de los arácnidos, y en algunos moluscos, tales como los caracoles. Los reptiles, aves y mamíferos están igualmente provistos de ellos.

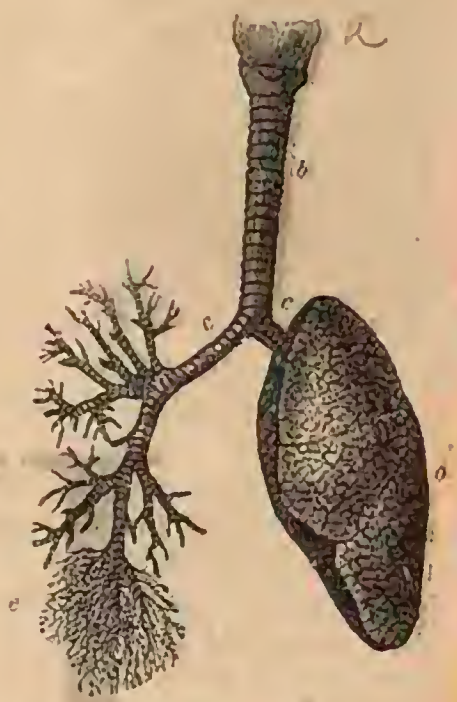


Fig. 72. — Pulmones y tráquea del hombre[1].

§ 135. En el hombre (lo mismo que en los demás mamíferos) los pulmones se hallan en una cavidad llamada *tórax*, que ocupa la parte superior del tronco (fig. 11, pág. 32). Estos órganos se encuentran, por decirlo así, suspendidos en dicha cavidad, y están envueltos en una membrana delgada y muy compacta que cubre igualmente las paredes del tórax y que se llama *pleura*[2]. Los pulmones son dos, colocados de cada lado del cuerpo y comunican con el exterior por un tubo, la *traquearteria* (*b*, fig. 72), que sube á lo largo de la parte anterior del cuello y desemboca en la laringe.

Este conducto está formado por una serie de tiras de cartílago colocadas al través, que presentan la forma de anillos incompletos posteriormente; hállase entapizado por una membrana mucosa.

[1] Uno de los pulmones se ha dejado intacto (*d*); pero en el otro se han descubierto las ramificaciones de los bronquios (*c*) destruyendo la sustancia del pulmón.

a, laringe y extremidad superior de la traquearteria; — *b*, tráquea; — *c*, divisiones de los bronquios; — *e*, ramúsculos bronquiales; — *d*, uno de los pulmones.

[2] La disposición de la *pleura* es análoga á la de las demás membranas serosas de las cuales ya hemos hablado (pág. 73).

que es de la misma naturaleza que la de la boca[1]. En fin, la traquearteria se divide por su parte inferior en dos tubos que toman el nombre de *bronquios* y que se ramifican en el interior de cada pulmón, como las raíces de un árbol en la tierra (*c*, *e*, fig. 72).

Fig. 73. — Red capilar de los pulmones.

§ 136. Los pulmones, como ya hemos dicho, presentan en su interior un sinnúmero de células, en cada una de las cuales se abre una raicilla del bronquio correspondiente. Las paredes de dichas cavidades (figura 73) están formadas por una membrana finísima y blanda y se hallan cruzadas por una multitud de vasos capilares que reciben la sangre venosa de la arteria pulmonar y la exponen á la acción del aire.

La superficie por la cual se opera la respiración será, pues, en un mismo volumen, tanto mayor, y la sangre recibirá el contacto del aire por puntos tanto más numerosos, cuanto más pequeñas sean las células que forman los pulmones. Existe, por consiguiente, una relación inversa entre la actividad de la respiración y el tamaño de las células pulmonares; y en efecto, en las ranas, por ejemplo, en que dicha función se verifica de una manera débil y lenta, los pulmones tienen la forma de bolsas divididas solamente por algunos tabiques, mientras que en los mamíferos y las aves, en los cuales es más activa la respiración, se hallan divididos los referidos órganos en células tan pequeñas que es difícil percibirlas á simple vista (fig. 73).

§ 137. En el hombre y en los demás mamíferos, los bronquios terminan en las células pulmonares y éstas concluyen siempre en fondo de saco; de lo que resulta que el aire que entra en los pulmones de estos animales no pasa á otra parte. Pero en las

---

[1] Es digno de notarse que la membrana mucosa que cubre la tráquea y los bronquios posee una especie de vellosidades microscópicas y que cada una de éstas está animada de movimiento oscilatorio rapidísimo; este movimiento *vibrátil* determina en el líquido que está en contacto con esta superficie corrientes á menudo muy rápidas, y persiste por cierto tiempo después que la membrana en que se efectúa se ha separado del cuerpo del animal; de suerte que puede fácilmente estudiarse el expresado movimiento con un microscopio poderoso. La dirección de la corriente así producida parece ser del exterior hacia el interior del aparato respiratorio, y un movimiento semejante se observa en la superficie de la membrana que tapiza la primera porción de las vías aéreas, es decir las fosas nasales; pero, por lo general, nada análogo se percibe en la laringe.

aves, en las cuales es más activa aún la respiración, algunos de los canales citados atraviesan los pulmones de parte á parte y van á desembocar en grandes bolsas membranosas que se adelantan hasta la base de los miembros, y conducen el aire á cavidades abiertas en la sustancia de la mayor parte de los huesos. Resulta de lo dicho que la respiración no se halla limitada á los pulmones, sino que se opera también á distancia en el interior de la economía.

§ 138. **Mecanismo de la respiración en el hombre.** — Según lo que hemos dicho de las alteraciones que experimenta el aire por la respiración, es evidente que este fluido debe ser renovado sin cesar en el interior de los pulmones; así se verifica por medio de los movimientos de inspiración que ejecutamos alternativamente, y estos movimientos, á su vez, dependen de los de las paredes de la cavidad torácica en que se hallan situados los pulmones.

Sencillísimo es el mecanismo por el cual se atrae el aire á los pulmones ó es expulsado; parécese completamente al juego de un fuelle, si no fuera que, en los pulmones, el fluido penetra en el órgano y se escapa de él por un mismo conducto. En efecto, las paredes del tórax son movibles, su cavidad puede alternativamente aumentar y disminuir, y los pulmones hacen los mismos movimientos. Así, en el primer caso, oprimido el aire por todo el peso de la atmósfera, se precipita en el pecho por la cavidad de la boca ó de las fosas nasales y la traquearteria y va á llenar las células pulmonares, del mismo modo que el agua sube en el cuerpo de una bomba al elevar el émbolo. En el segundo caso, es decir, en el instante de espirar, se comprime al contrario el aire contenido en los pulmones y se escapa por la vía que ya ha servido para la entrada de dicho fluido.

Para comprender cómo se dilata y se contrae el tórax del hombre, es indispensable examinar su estructura.

Esta cavidad (fig. 74) tiene la forma de un conoide con el vértice hacia arriba y la base hacia abajo y sus paredes están formadas en su mayor parte por una especie de jaula ósea, resultado de la unión de las *costillas* (*c*) con una porción de la *columna vertebral* (ó espina dorsal) por detrás (*a*) y con el *hueso esterñón* (*b*) por delante. Los espacios que quedan entre unas y otras costillas están cubiertos por músculos (*e*) que se extienden entre éstas; también son músculos los que van de la primera costilla á la porción cervical de la columna vertebral (*a*); en conclusión, la pared inferior del pecho está formada por el *músculo diafragma* (*g*), especie de tabique carnoso que se inserta en el borde inferior de la armadura de que acabamos de hablar

§ 139. La *dilatación del tórax* puede efectuarse de dos maneras: por la contracción del diafragma ó por la elevación de las costillas.

En efecto, cuando el diafragma está en estado de reposo, forma una bóveda elevada que sube por el interior del pecho (*g*), y es fácil de comprender que la contracción de este músculo debe disminuir la curvatura de dicha bóveda, y que cuanto menor sea ésta, mayor será la cavidad del tórax.

El juego de las costillas es algo más complicado. Estos huesos (*c* y *c*), doce de cada lado, describen cada uno una curvatura cuya convexidad se halla hacia fuera y un poco inclinada hacia abajo; su extremidad anterior, que está unida al esternón (*b*) por medio de cartílagos intermediarios, es mucho menos elevada que su extremidad posterior, y la articulación de ésta con la columna vertebral le permite moverse como una bisagra. Su elevación se determina por la contracción de los músculos de la base del cuello (*i*). Ahora bien, cuando las costillas se elevan del modo indicado, tienden á ponerse en una línea horizontal; pues á la vez que sube su extremidad anterior arrastrando consigo al esternón, giran un poco sobre sí mismas, de modo que la curvatura que antes miraba hacia abajo se presenta hacia fuera; de lo cual resulta que las paredes laterales y anteriores del tórax se alejan entonces de la columna vertebral y se aumenta la cavidad del pecho.

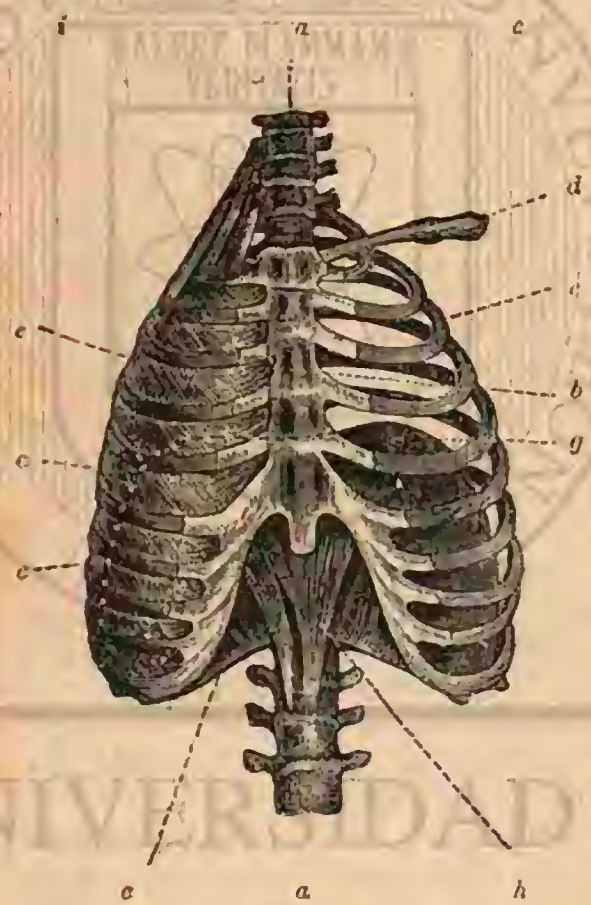


Fig. 74. — Tórax del hombre.

[1] Se han quitado los músculos del lado izquierdo, mientras que del opuesto se han dejado en su lugar. La bóveda formada en el interior del tórax por el diafragma (*g*) se ve á la izquierda, y su continuación se indica en el lado derecho con una línea de puntos; — *h*, pilares del diafragma que se insertan en las vértebras lumbares; — *i*, músculos elevadores de las costillas; — *d*, clavícula.

§ 140. En el movimiento de espiración, se contraen los pulmones á causa de la elasticidad de sus tejidos, el diafragma se afloja, y este tabique muscular asciende en forma de bóveda. Cuando los músculos que han producido la elevación de las costillas y del esternón cesan de contraerse, su peso y la tracción ejercida por la elasticidad de los pulmones determinan también el descendimiento de dichos huesos; pero hay igualmente otras fuerzas que pueden contribuir á determinar la diminución de la cavidad del tórax y la expulsión del aire de los pulmones: tal es la contracción de los músculos que forman las paredes del vientre, y que se fijan en la parte inferior del pecho.

§ 141. Nótanse varios grados en la extensión de dichos movimientos, y en la respiración ordinaria la cantidad de aire aspirado por el tórax ó echado de los pulmones no excede mucho de la que pueden contener dichos órganos. Valúase en unos 4,580 centímetros cúbicos la cantidad de aire contenida ordinariamente en los pulmones, y en 555 centímetros cúbicos la que entra en el pecho ó sale á cada aspiración ó espiración; pero, por término medio, esta última cantidad no parece que pase de la tercera parte de un litro.

El número de los movimientos respiratorios varía según los individuos y las edades: en los niños son más frecuentes que en los adultos, y en estos últimos se cuentan por lo general diez y seis aspiraciones por minuto.

Vese, pues, que, en el estado ordinario, deben entrar en los pulmones de un hombre cosa de cinco litros y medio de aire por minuto, lo que hace, en una hora, unos 330 litros, y por día 7 ú 8 metros cúbicos poco más ó menos.

§ 142. El *suspiro*, el *bostezo*, la *risa* y el *sollozo* son sólo modificaciones de los movimientos ordinarios de la respiración El *suspiro* es una larga y profunda aspiración en la cual entra poco á poco en los pulmones una gran cantidad de aire: por esto no depende solamente dicho fenómeno de las afecciones morales, que son su causa más frecuente, y la necesidad de suspirar se hace sentir siempre que el trabajo respiratorio no se efectúa con la rapidez necesaria.

El *bostezo* es una aspiración aun más profunda, que se acompaña de una contracción casi involuntaria y espasmódica de los músculos de la mandíbula y del velo del paladar.

La *risa* consiste en una sucesión de pequeños movimientos de espiración bruscos y más ó menos frecuentes, que dependen en su mayor parte de contracciones casi convulsivas del diafragma. Finalmente, el mecanismo del *sollozo* difiere poco del de la risa, aunque este fenómeno expresa afecciones del alma del todo diferentes.

§ 143. **Mecanismo de la respiración en los demás animales.** — El mecanismo de la respiración es esencialmente igual en todos los mamíferos, en las aves y en la mayor parte de los reptiles; sólo que, en estas dos últimas clases, falta más ó menos completamente el músculo diafragma, y, por consiguiente es atraído el aire á los pulmones por el juego de las costillas en primer lugar; pero en las tortugas y batracios (es decir ranas, salamandras, etc.), el tórax no se halla dispuesto de manera que pueda dilatarse activamente y obrar como una bomba aspirante; por esto se verifica la respiración de dichos animales de distinto modo: en parte por movimientos de deglución introducen el aire en sus pulmones.

EXHALACIÓN Y SECRECIONES.

§ 144. Acabamos de estudiar los medios por los cuales las materias extrañas necesarias al mantenimiento de la vida se introducen en el cuerpo de los animales y van á mezclarse con la sangre que las distribuye por todas las partes de la economía. Ahora debemos ocuparnos en una serie de fenómenos de orden inverso, y examinar cómo las sustancias contenidas en la masa general de los humores, y encerradas con ellos en los vasos sanguíneos, pueden salir, ya para penetrar en las cavidades interiores del cuerpo, ya para escapar al exterior.

§ 145. Hemos visto que se efectúa de dos maneras la introducción de las materias extrañas necesarias para la nutrición: tan pronto por absorción simplemente y sin que tales materias pasen por previa modificación, como por efecto del trabajo digestivo, que separa dichas materias de las demás sustancias con las cuales se hallan mezcladas, las prepara de cierta manera y les da la forma más conveniente antes de hacerlas penetrar en el interior de la economía. El primero de estos actos, que se ejerce por la superficie pulmonar, por la piel ó por cualquiera otra vía, es un fenómeno de cierta manera mecánico; mientras que el segundo, mucho más complicado, es resultado de un trabajo químico.

Para librarse de las materias inútiles contenidas en un cuerpo viviente y para expulsarlas hacia fuera, emplea también la naturaleza dos procedimientos análogos, á saber: la *exhalación y* la *secreción*. La exhalación es una consecuencia de la permeabilidad de los tejidos y puede efectuarse en todos los puntos; no cambia la naturaleza de los fluidos cuya expulsión trae, y puede considerarse, lo mismo que la absorción, como un fenómeno casi enteramente físico. La secreción, al contrario, no consiste sólo

en la salida de los líquidos de que están embebidos los tejidos; toma de la sangre ciertos principios con preferencia á otros, los separa, los modifica á veces en su naturaleza íntima, dando así lugar á la formación de humores especiales: en fin, no puede de ordinario efectuarse sino por intermedio de ciertos órganos determinados, y, bajo todos sus aspectos, es á la simple exhalación lo que la digestión es á la absorción.

EXHALACIÓN.

§ 146. Ya hemos visto que las paredes de los vasos sanguíneos son permeables á los líquidos. De esto resulta que el agua, y las demás materias fluidas contenidas en los vasos referidos, no pueden estar completamente encerradas y deben poder escaparse con más ó menos facilidad para esparcirse al rededor; esta especie de filtración del interior de los vasos sanguíneos hacia el exterior se verifica efectivamente, y á este fenómeno se le ha dado el nombre de *exhalación*.

En algunas circunstancias, una parte de la sangre misma se escapa de los vasos con todas sus partes constituyentes, y puede suceder que este *derrame sanguíneo* se efectúe sin que las paredes de los vasos presenten aberturas que establezcan comunicación directa de dentro afuera. En este caso la sangre se rezume por los tejidos que componen dichas paredes, pero este fenómeno es raro, y por lo general, los vasos no dejan salir de su interior los glóbulos sólidos que la sangre arrastra, mientras que las paredes de estos conductos oponen barrera más ó menos incompleta al paso de las partes más fluidas del líquido nutricio. El agua, contenida en tan grande abundancia en la sangre, puede por esto salir al exterior, no arrastrando con ella sino pequeña cantidad de sales y otras materias solubles del suero. Los gases disueltos en la sangre pueden desprenderse de la misma manera, y esto, sólo á causa de las propiedades físicas de las paredes vasculares.

Para hacer este fenómeno palpable, por decirlo así, basta inyectar en las venas de un animal vivo ciertas sustancias que no se encuentran naturalmente en la sangre, pero que se disuelvan bien en ella y sean fáciles de reconocer; al cabo de cierto tiempo se descubrirán trazas de las dichas materias extrañas en todos los líquidos que se encuentran en las diferentes cavidades del cuerpo, producidas por exhalación. Así es que, cuando se inyecta prusiato de potasa (ó cianuro de potasio) en las venas de un perro, no tarda en encontrarse esta sal en el líquido acuoso que

se acumula en el tórax y en el abdomen, y bien se sabe que, cuando materias olorosas, tales como licores espirituosos, han sido absorbidas entrando de este modo en el torrente de la circulación, vienen á exhalarse de los vasos á la superficie pulmonar y se escapan al exterior con el aire espirado.

§ 147. **Mecanismo de la exhalación.** — La exhalación, que se efectúa en todos los seres vivientes, no es, como la mayor parte de las demás funciones fisiológicas, un efecto de las fuerzas vitales; es un fenómeno esencialmente físico, que no depende de la vida, aunque su marcha pueda ser modificada por la influencia de esta fuerza. Efectivamente, todo lo que constituye una verdadera exhalación se observa en un cadáver lo mismo que en un animal vivo; y, aun después de la muerte, son más fáciles de comprobar algunos de sus efectos, porque entonces nada se opone á la manifestación.

Así, cuando se impulsa en el aparato circulatorio de un animal recién muerto una disolución de gelatina teñida con bermellón reducido á polvo muy fino, la inyección roja penetra en los vasos capilares, y se ve entonces una parte del agua, cargada de gelatina y despojada de materia colorante, rezumar por las paredes de dichos conductos saliendo al exterior, mientras queda detenido el bermellón en el interior. Ahora bien, lo que sucede con la inyección sucede igualmente con la sangre que sin cesar circula por los citados vasos durante la vida; los glóbulos y las partes menos fluidas de la sangre se encuentran detenidos, como el bermellón, por las paredes de los conductos, mientras que una parte del agua del suero, teniendo en disolución las sales propias de la sangre y una pequeña cantidad de albúmina, se filtra por las referidas paredes, lo mismo que se rezumió la disolución gelatinosa de la inyección, y se extiende en todas las partes próximas ó se escapa al exterior.

§ 148. Vese pues que la exhalación, lo mismo que la absorción, es un fenómeno de imbibición, y se han equivocado los fisiólogos que han creído deber atribuir sus efectos á pretendidas bocas microscópicas, que, según sus hipótesis, estarían especialmente destinadas á dar paso á los fluidos exhalados, pero que, en realidad, no existen. El mecanismo de la exhalación es el mismo que el de la absorción, sólo que el movimiento se efectúa en sentido contrario; en todas las partes en las cuales se produce una de estas funciones, puede producirse la otra, y en general se verifican simultáneamente en los mismas partes. En conclusión, todo lo que tienda á modificar la marcha de una influye también en la otra.

Así, la textura más ó menos esponjosa de un órgano, y por

consiguiente más ó menos favorable á la imbibición, es una condicón que obra de la misma manera sobre la marcha de la absorción y de la exhalación. Ambas funciones son también, en igualdad de circunstancias, tanto más activas cuanto mayor número de vasos sanguíneos pase por la parte en que se producen.

Las variaciones en la masa de los líquidos contenidos en el cuerpo obran, al contrario, de una manera inversa sobre dichas dos funciones. Cuanto más considerable es la cantidad de dichos líquidos, más abundante es la exhalación.

La presión que la sangre experimenta en los vasos influye también de una manera poderosa sobre la exhalación; y cuando la circulación en las venas se interrumpe de modo que determina la acumulación de dicho líquido, la parte más fluida de él se exhala con abundancia hacia las partes próximas y produce hinchazón: esto es lo que determina la hinchazón de las partes que se han apretado mucho con ligaduras.

§ 149. **Lugar de la exhalación.** — La exhalación puede verificarse en la superficie del cuerpo que está en contacto con la atmósfera, ó bien en el interior de cavidades más ó menos grandes que no comunican libremente con el exterior; y por esto hay que establecer una distinción importante: la de *exhalaciones externas* y de *exhalaciones internas*.

§ 150. La *exhalación externa* que no debe confundirse con la producción del sudor, y que se verifica por la superficie interna de los pulmones lo mismo que por la piel, da lugar al fenómeno designado con el nombre de *transpiración insensible*, porque el agua que así se escapa se disipa por evaporación y en general no es percibida por nuestros sentidos. Las pérdidas que el hombre y los demás animales experimentan por esta vía son muy considerables. En estado de salud no varía casi nada el peso del cuerpo de un hombre adulto, y las pérdidas que experimenta por las diversas excreciones compensan el peso de los alimentos que cada día emplea. Ahora bien, según los experimentos de Sanctorius, parece que á menudo la transpiración insensible contribuye con las cinco octavas partes á las pérdidas totales de que acabamos de hablar.

Por lo demás, la evaporación que se hace en la superficie del cuerpo no se verifica siempre con la misma intensidad, y también en esto se hace sentir la influencia de agentes físicos casi del mismo modo sobre un animal vivo que sobre un cadáver. En uno y otro se aumentan las pérdidas por evaporación con la elevación de la temperatura, agitación del aire, sequedad, diminución de la presión atmosférica, etc.

También hay que relacionar con este fenómeno el desprendi-

miento de ácido carbónico que se efectúa, como ya hemos visto, en el acto de la respiración (§ 123, etc.).

§ 151. Las *exhalaciones internas* se verifican en la superficie de las paredes de las cavidades más ó menos vastas abiertas en el interior del cuerpo; consisten también en agua mezclada con pequeña cantidad de materias animales y de sales contenidas en la sangre de que se separan dichos líquidos. Tal es el origen de los humores que continuamente humedecen las membranas serosas que envuelven las grandes vísceras de la cabeza, pecho y abdomen, de la serosidad que baña las laminillas del tejido conectivo tan abundantemente extendido por todas las partes del cuerpo, y de una de los humores que llenan el interior del ojo.

Como estas exhalaciones internas se verifican en la superficie de cavidades que no tienen salida al exterior, es evidente que la cantidad de los líquidos contenidos en esta especie de depósitos iría siempre aumentando, si en las partes que exhalan del modo referido no existiese á la vez una absorción no menos rápida. En estado de salud se ejercen simultáneamente dichas dos funciones y se compensan de modo que conservan siempre la misma cantidad de líquido en el interior de la cavidad; pero en ocasiones sucede que se altera este equilibrio y que la exhalación es más activa que la absorción. Entonces se acumulan líquidos en dichas partes y resultan enfermedades conocidas con el nombre de *hidropesías* [1].

SECRECIÓN.

§ 152. Como ya hemos dicho, se da el nombre de *secreción* á la formación de humores especiales que, en la economía animal, se producen á expensas de la sangre y difieren esencialmente de la parte serosa de este fluido.

§ 153. **Órganos secretorios.** — Las secreciones pueden verificarse en la superficie de ciertas membranas, tales como la dermis y las membranas mucosas; pero los principales instrumentos con que opera la naturaleza este trabajo de química vital se componen de cavidades, por lo general extremadamente pequeñas,

[1] Estas acumulaciones de agua toman diversas denominaciones según las partes en que se producen: dase más especialmente el nombre de *hidropesía* (ó *hidropesía ascitis*) á las acumulaciones de agua en la cavidad del abdomen; y se llama *hidropesía de pecho*, las que se forman en la pleura, membrana que envuelve á los pulmones; *hidropesía del corazón*, las que se verifican en el pericardio, membrana que envuelve al corazón; *hidrocéfalo*, las que se forman en las membranas que cubren el cerebro, y *edema* las que se presentan en el tejido conjuntivo de las diversas partes del cuerpo.

que tienen forma de bolsas ó de conductos de gran tenuidad y que reciben considerable número de vasos sanguíneos y nervios. Desígnanse ordinariamente dichos órganos con el nombre común de GLÁNDULAS; pero éstas presentan en su estructura diferencias considerables y se distinguen llamándolas *glándulas perfectas* ó *glándulas propiamente dichas*, y *glándulas imperfectas* ó *ganglios vasculares*, según tengan un orificio que sirva para verter al exterior el producto de su secreción, ó bien que tengan forma de cavidades sin abertura, del interior de las cuales no pueden salir los líquidos secretados sino por vía de absorción ó por ruptura.

Por lo demás, cualquiera que sea el modo de conformación de los órganos secretorios, éstos están compuestos esencialmente de *tejido utricular*, y el trabajo secretorio se efectúa en el interior de las pequeñas células de este tejido.

§ 154. La disposición de las GLÁNDULAS PROPIAMENTE DICHAS varía mucho; pero, estudiándolas con atención se ve que estos órganos pueden agruparse en dos tipos principales, que siempre se componen, ya de pequeñísimos sacos de orificios más ó menos estrechos, ya de tubos de extrema tenuidad, en tapizados ambos con una capa de tejido utricular; y que las diferencias que en ellos se encuentran dependen del modo de agrupamiento de estas partes, hasta cierto punto elementales.

Fig. 75. — Folículos sebaceos aislados y aumentados.

§ 155. Los pequeños sacos secretorios de que acabamos de hablar pueden designarse con el nombre común de glandulitas ó de *folículos*. En su estado de mayor sencillez no consisten estos órganos sino en pequeñas depresiones abiertas en la superficie

de ciertas membranas, que se parecen á hoyitos más que á bolsas: entonces se llaman *criptas*, y se ven muchas en la superficie de las membranas mucosas. Cuando las cavidades son más hondas se estrechan á modo de gollete los bordes de su abertura; y á menudo se subdivide su fondo en un grupo de cavidades sin salida; mas, por lo general, los órganos secretorios tienen forma de tubitos abiertos por un extremo y cerrados por el otro, pareciéndose algo á un dedo de guante. Unas veces están las glandulitas diseminadas por la superficie de las membranas, desembocan cada una separadamente por un orificio distinto y se designan con el nombre de *glándulas simples*: ejemplo de esto, la membrana mucosa del tubo digestivo; otras ocasiones están muy juntas unas á otras, formando una masa más ó menos considerable, conservando cada una su abertura particular, y se llaman *glándulas agregadas* (tales son las glándulas de Meibomio que se hallan en los párpados, las glándulas gástricas de algunos mamíferos, etc.); á veces se agrupan de la misma manera, pero más apretadas aún de modo que sus orificios particulares no desembocan en el exterior sino por intermedio de un corto número de aberturas, y hasta de una sola, disposición que caracteriza los órganos llamados por los anatómicos *glándulas aglomera-*

Fig. 76. — Estructura de una glándula compuesta.

das, que se encuentran en las amígdalas colocadas de cado lado del istmo de las fauces. Finalmente, otras veces, en lugar de abrirse estos saquitos secretorios casi en la superficie, no comunican con el exterior sino por un cuello muy largo y delgado asemejándose á un tubo terminado por una ampolla, y en este caso se ven aun aisladas ó aglomeradas en racimos con conductos excre-

torios comunes que, á su vez, se reunen sucesivamente para terminar en un solo conducto, pareciéndose á raíces de un mismo tronco que tienen en el extremo de cada una de sus últimas divisiones filiformes una pequeñita dilatación vesicular. Estos órganos secretorios, que se podrían llamar *glandulitas ampollares*, se encuentran en estado muy sencillo y de aislamiento bajo la piel de ciertos peces, y constituyen también bajo esta forma las glándulas sudoríparas que se hallan en la piel del hombre; en conclusión, agrupadas al rededor de un canal secretorio común arracimado (fig. 76), constituyen la mayor parte de las *glándulas compuestas*, designadas por los anatómicos con el nombre de *glándulas conglomeradas* ó *arracimadas*, tales como las glándulas salivales y el hígado de los mamíferos.

§ 156. Los órganos secretorios que presentan forma de tubos, tienen también en su disposición diferencias análogas á las que acaban de ocuparnos. Dichos tubos de largo variable, con una de sus extremidades cerrada por lo general, mientras que la otra queda abierta y sirve para la salida del líquido secretado, son unas veces sencillos y perfectamente aislados, abriéndose cada uno directamente en el exterior, como se ve en las glándulas encargadas de lubricar la piel de ciertos peces y en los vasos biliarios de los insectos; á veces aglutinados unos con otros formando una masa, sin dejar por eso de permanecer completamente independientes, disposición que se observa en los apéndices que tienen diversos peces cerca del píloro. Otras veces están los referidos tubos igualmente agregados y simples, pero poco prolongados, y apretados unos contra otros paralelamente van á desembocar en una cavidad común de forma de célula ó de canal, como se ve en las glándulas gástricas de muchas aves. Finalmente, otras veces aún adquieren estos mismos tubos (fig. 77) grandísima longitud sin cambiar de diámetro, se apelotonan, y van á terminarse por un conducto excretorio poco ó nada ramificado en su origen, de

Fig. 77. — Estructura de los riñones[1].

[1] A, corte vertical de un riñón; — *a*, sustancia cortical; — *b*, sustancia urbula; — *cc*, cáliz y pelvis; — *d*, canal urétere.
B, estructura de esta glándula: — *a*, porción terminal de los tubos urina-

modo que producen una glándula conglomerada, tal como los riñones y algunos otros órganos de grandísima importancia en la economía.

Es de notar también que algunas glándulas compuestas están, además, dotadas de una especie de depósito colocado en el trayecto de su conducto excretorio, destinado á permitir la acumulación del líquido secretado. La vesícula biliar, que ya hemos tenido ocasión de mencionar (fig. 42), y la vejiga de la orina (fig. 81), son bolsas de esta clase.

§ 157. Las *glándulas imperfectas* varían aun más en su modo de conformación. Unas consisten en celdillas cerradas, y tan luego aisladas como aglomeradas en masa; las demás, que á veces se llaman *ganglios vasculares*, están compuestas esencialmente de vasos sanguíneos ó linfáticos, los cuales, después de dividirse en finísimas ramificaciones, se juntan de nuevo. Como ejemplo de las primeras, citaremos las vesículas del ovario y las células adiposas en que se forma la grasa; indicaremos como ejemplo de las segundas, la glándula tiroide[1], el timo[2], el bazo (fig. 42) y los ganglios mesentéricos (fig. 46), de que ya se ha hablado al tratar de la absorción del quilo (§ 75).

Los ganglios vasculares parece que están destinados á modificar los líquidos que circulan por ellos; mas casi nada se sabe de positivo sobre su historia, y por consiguiente no nos detendremos en este punto. No trataremos pues sino de los verdaderos órganos secretorios.

§ 158. **Naturaleza del trabajo secretorio.** — Los órganos cuyas principales formas acabamos de indicar, se hallan siempre dispuestos de manera que constituyen una lámina membranosa muy extendida, con la superficie externa bañada por el fluido nutricio, mientras que la superficie opuesta, revestida de una capa más ó menos espesa de células ó utrículas, es libre y cir-

---

rios: — *b*, porción medular de dichos tubos; — *c*, su terminación en el cáliz.

[1] El *cuerpo tiroide* es una masa ovoide, blanda, esponjosa y de aspecto glandular, que se encuentra en la parte anterior é inferior del cuello, por delante de la traquearteria (fig. 40, p. 48). Por lo general es mayor en el niño que en el adulto, y existe en todos los mamíferos, pero carecen de ella las aves, la mayor parte de los reptiles, los peces y los demás animales de las clases inferiores. Un crecimiento enfermizo de dicho cuerpo ocasiona los tumores conocidos con el nombre de *paperas*.

[2] El *timo* es una masa glandiforme contenida en el pecho, entre las dos láminas del mediastino anterior (tabique formado por la unión de las pleuras y que contiene el corazón). Hállase extremadamente desarrollado en el feto; pero poco después de nacer disminuye mucho su volumen, y, en el adulto, se encuentra completamente atrofiado. El órgano llamado *lechecica* en las terneras corderos, etc., es el timo de estos animales.

cunscribe de ordinario una cavidad[1]; el líquido secretado rezume de esta última superficie, y los materiales de que dicho humor se compone son tomados de la sangre. Así es que una glándula puede compararse á una especie de filtro que, interpuesto entre la sangre y una cavidad, no deja pasar á ésta sino ciertas materias determinadas, y hasta posee la propiedad algunas veces de modificar la naturaleza química de las sustancias que separa del modo indicado[2].

§ 159. Los líquidos que resultan del trabajo secretorio que se verifica en las glándulas, son muy distintos entre sí, y difieren también mucho, ya de la sangre misma, ya del suero despojado de fibrina y de glóbulos sanguíneos. Dichos humores contienen ordinariamente en bastante abundancia materias que no existen sino en proporciones muy pequeñas en el líquido nutricio; y en ocasiones se encuentran en ellos sustancias que la química no ha conseguido aun descubrir en la sangre ó que no se encuentran en ésta sino en estado de combinación con principios de que se separan cuando pasan en la secreción. Unas veces contienen dichos líquidos ácidos libres, mientras que la sangre de donde dimanan es alcalina; otras veces son alcalinos como la sangre, pero bastante más cargados; y otras veces aún se caracterizan sobre todo por la presencia de ciertas materias que no se encuentran en otras partes, tales como la urea, el caseo, la manteca, etc.

§ 160. Antiguamente se creía que las glándulas tenían el poder de crear, á expensas de la albúmina ó de alguna otra materia contenida en el líquido nutricio, todas las sustancias que, como la urea, se encuentran en abundancia en ciertos humores, y que no obstante no se encuentran ordinariamente en la sangre misma. Pero experimentos que ya hemos tenido ocasión de indicar demuestran que, en la mayor parte de los casos (y probablemente siempre), los materiales constitutivos de los líquidos secre-

---

[1] Los vasos sanguíneos que circulan en una glándula se ramifican al rededor de las vesículas ó de los tubos secretorios que componen dicho órgano, pero nunca comunican directamente con la cavidad abierta en su interior; y se han equivocado varios anatómicos que han creído que las raíces de los canales excretórios se continúan sin interrupción con las últimas divisiones de los vasos sanguíneos.

[2] Según recientes observaciones, parece probable que los instrumentos esenciales de la secreción son las celulillas ó utrículas de que se compone la capa interna de la pared de los órganos glandulares; dichas células parecen renovarse rápidamente, y contienen en su interior las materias secretadas que son evacuadas en la cavidad glandular á medida que maduran las mismas células, desprendiéndose ó vaciándose por la rotura ó destrucción de sus paredes. Utrículas de este género constituyen la capa llamada *epitelio*, que reviste las membranas mucosas.

tados existen en la sangre, sólo que en cantidades demasiado pequeñas para que su presencia sea comprobada con los medios de análisis de que dispone la química.

Así, la orina secretada por los riñones contiene, en el hombre, el perro y la mayor parte de los demás mamíferos, considerable cantidad de urea; y, no obstante, en circunstancias ordinarias no se descubren trazas de esta sustancia en la sangre. Si los riñones, en donde se forma la orina, fuesen el sitio de producción de esta urea, es evidente que después de la destrucción de dichos órganos no se presentaría la referida materia en la economía; pero no sucede así: poco tiempo después de verificada dicha operación se la descubre en la sangre, y al cabo de algún tiempo se encuentra en proporción bastante considerable. Es pues indudable que los riñones no producen la urea, que no hacen sino separarla del fluido nutricio á medida que aparece en éste; y que si se puede fácilmente comprobar su existencia en la sangre después de haberse interrumpido la secreción renal, es porque, no siendo ya extraída por los riñones, se acumula en dicho líquido.

Todas las materias que son excretadas de la economía animal se encuentran en la sangre y solamente son separadas de este líquido por el trabajo secretorio; pero algunas glándulas tienen también la facultad de producir materias nuevas y de verterlas en el torrente del fluido nutricio que pasa por ellas. El hígado desempeña también una importantísima función; en él se produce una especie de azúcar llamado *glucosa*, que continuamente es arrastrado por la sangre y que es destruído por la acción del oxígeno que la respiración introduce en el organismo. El descubrimiento de esta función llamada *glucogénica* del hígado es reciente; débese á Mr. Claudio Bernard.

§ 161. **Naturaleza de los líquidos secretados.** — Los humores producidos por los diversos aparatos secretorios difieren mucho entre sí, pero no se ha podido descubrir ninguna relación entre estas diferencias y la estructura de las glándulas que los secretan. Hasta sucede algunas veces que la naturaleza de una secreción cambia sin que se perciba ninguna modificación bien notable en el órgano en que se produce. Finalmente, se establecen en ocasiones, de manera anormal, verdaderas secreciones en partes que, de ordinario, no presentan trazas de ellas; la formación del pus que con tanta frecuencia acompaña las inflamaciones es fenómeno de este género.

En cuanto á la naturaleza misma del trabajo secretorio, nada se sabe de positivo; solamente parece que la acción del sistema nervioso tiene gran influencia sobre este fenómeno. Así, cuando

se cortan los nervios que van al estómago, se detiene la secreción del jugo gástrico, y Mr. Cl. Bernard comprobó que excitando cierta parte de la médula oblongada, se determina en el hígado una producción de materia azucarada mucho más abundante que de ordinario: esta sustancia se encuentra entonces en la orina, circunstancia característica de una enfermedad conocida con el nombre de *diabetes sacarina*.

Los líquidos secretados en el cuerpo del hombre y de la mayor parte de los animales son extremadamente numerosos y muy variados: unos se hallan destinados á permanecer en él y desempeñar funciones más ó menos importantes: tales son los humores de los ojos, el jugo gástrico, la bilis, etc.; otros son echados en seguida al exterior, y, entre estos últimos, los hay que no parecen servir sino para limpiar la economía de materias inútiles ó perjudiciales: designanseles con el nombre de *excreciones*, y la más importante de ellas es la secreción urinaria, en cuyo estudio vamos á ocuparnos.

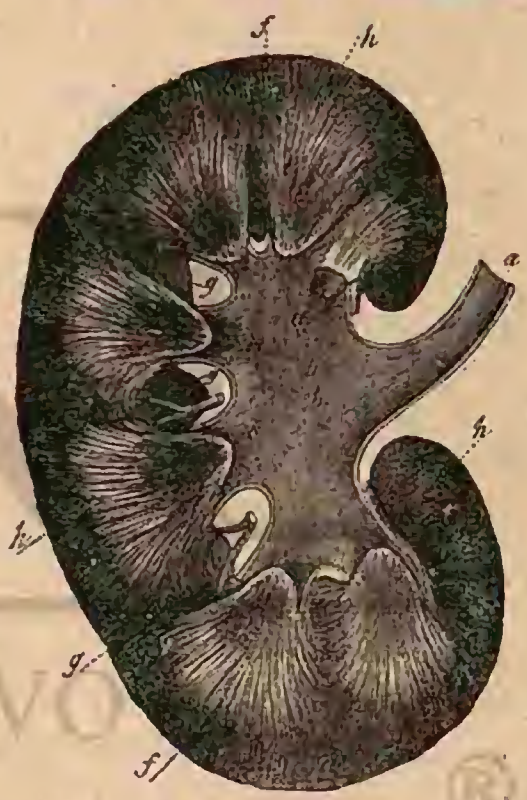


Fig. 78. — Sección vertical de los riñones[1].

SECRECIÓN URINARIA.

§ 162. Verifícase esta función en los *riñones*, órganos muy conocidos, por ser bastante estimados los de animales de matadero para la alimentación. Son dos glándulas voluminosas, que se hallan en el abdomen á cada lado de la columna vertebral, rodeadas por lo general de mucha grasa; su color es rojo-parduzco, y su forma parecida á la de un grano de judía (fig. 81).

Su sustancia (fig. 78) se compone esencialmente de tubitos secretorios de grandísima tenuidad y extremada longitud que, en los mamíferos, se encorvan sobre ellos mismos en todos los sentidos hacia su extremidad libre, en la cual se dilatan en forma

[1] *a*, urétere; — *b*, pelvis; — *c*, cálices; — *d*, papilas; — *e*, pirámides de Malpighi; — *g*, sustencia cortical.

de ampolla (*a*, fig. 79), y que en seguida se dirigen en línea recta hacia la mitad del borde interno de la glándula, de modo que forman cierto número de manojos piramidales cuyo vértice se introduce en una cavidad membranosa llamada *cáliz* (*c*, fig. 78),

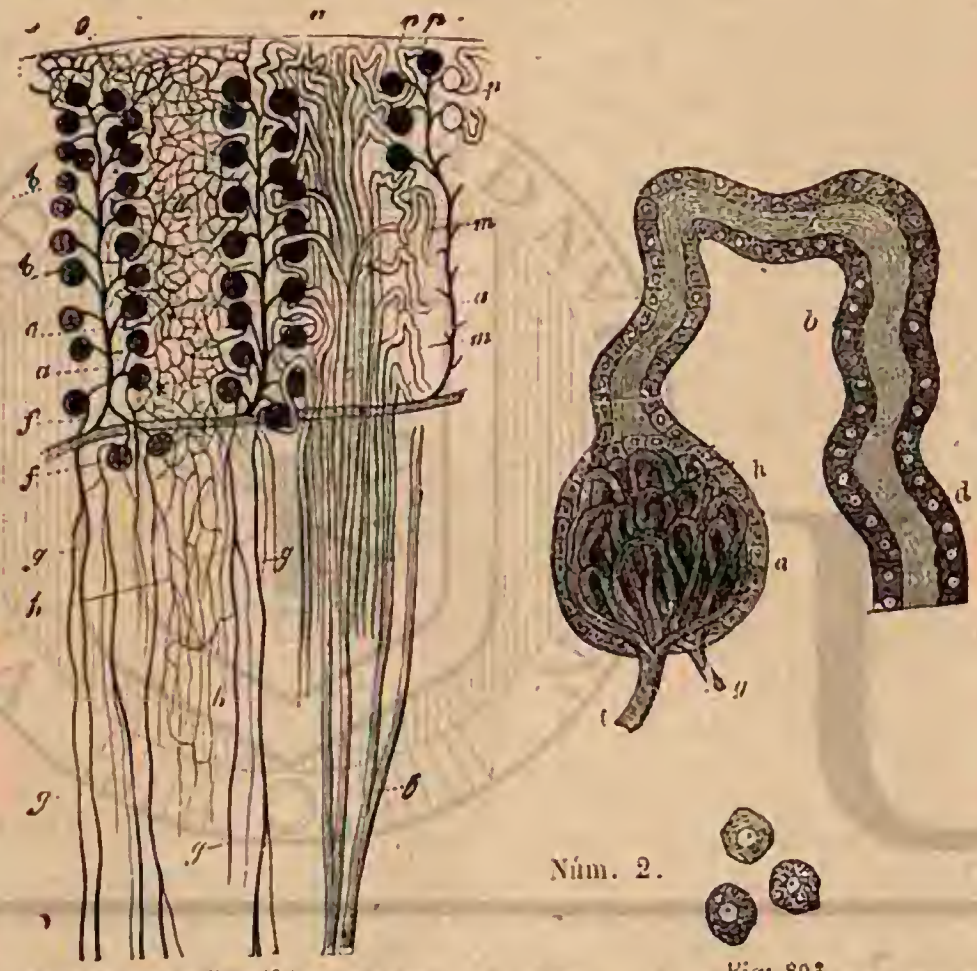


Fig. 79[1]. Fig. 80[2].

y cuya base, dirigida hacia fuera, es redondeada, y por decirlo así cubierta por la porción apelotonada de dichos canales, porción que constituye lo que los anatómicos llaman *sustancia cortical* de los riñones, mientras que designan con el nombre de *sus-*

---

[1] Porción de la sustancia del riñón vista por el microscopio : *a*, arterias; — *b*, glomérulas de Malpighi; — *m*, tubos uriníferos de la sustancia cortical. — *g*, arterias de la sustancia medular; — *l*, tubos uriníferos de la sustancia medular.

[2] Porción de un tubo urinífero vista por el microscopio y que muestra la ampolla terminal (*a*) que contiene una glumérula de vasos sanguíneos llamada *corpúsculo de Malpighi* (*h*), viéndose en *f* y *g* la arteria y la vena. El tubo *b* está tapizado de tejido utricular (*d*) del cual se figuran algunas células separadas (núm. 2).

tancia tubular ó *medular* la formada por dichos manojos mismos. En la tierna edad, y aun durante toda la vida en algunos animales, tales como el oso y la nutria, las pirámides permanecen distintas, componiéndose cada riñón en este caso de algunos lóbulos separados, pero por lo general se sueldan en seguida muy unidas, y los cálices, que no son otra cosa que canales excretores comunes, se reunen también para formar una pequeña bolsa membranosa llamada *pelvis* (fig. 78, *b*). Multitud de vasos capilares sanguíneos serpentean entre los tubos secretores, y constituyen, en la parte central de la glándula, una red de mallas muy pequeñas, por medio de la cual se ven numerosos cuerpitos esféricos formados también por canales sanguíneos apelotonados en el interior de las ampollas de que hemos hablado, constituyendo cuerpos llamados *glomérulas de Malpighi* (figuras 79 y 80).

La orina se forma en la parte cortical de los riñones. Este líquido desciende por los canales que componen la sustancia medular, y por los cálices, hasta la pelvis y de allí pasa á la vejiga por un largo tubo membranoso del grueso del cañón de una pluma de ganso que se dirige oblicuamente de la pelvis á la vejiga y se llama *urétere* (fig. 81, *b*). La *vejiga* es una bolsa conoide que desempeña las funciones de depósito de la orina, y que está situada en la parte inferior del abdomen, detrás de la parte anterior de la pelvis llamada arcada del pubis (fig. 81). Está formada por una membrana mucosa rodeada de fibras carnosas, y de ella sale por la parte inferior un canal estrecho que desemboca en el exterior y que se llama *conducto de la uretra*.

Fig. 81. — Aparato urinario.

§ 163. La *orina* es un líquido amarillento y ácido que, en el hombre, se compone, en estado normal, de unas 93 centésimas partes de agua, 3 de una materia particular llamada *urea*, de una milésima parte de ácido úrico, de una pequeña cantidad de algunas otras materias orgánicas; y de diversas sales, tales como cloruro de sodio ó sal marina, sulfatos alcalinos, fosfato de cal, etc.

En los mamíferos carnívoros, su composición química es casi la misma que en el hombre, con la sola diferencia de que no contiene ácido úrico; pero en los animales herviboros es alcalina,

[1] *a*, riñones; — *b*, urétere; — *c*, vejiga; — *d*, canal de la uretra.

y se encuentra en ella una sustancia particular, el *ácido hipúrico*, lo mismo que muchos carbonatos térreos. En las aves, lo mismo que en la mayor parte de los reptiles (lagartos, culebras, etc.), no contiene sino ácido úrico; finalmente, en las ranas y tortugas, se encuentra urea y albúmina. Su composición parece que es casi la misma en los peces; pero en los insectos se encuentra ácido úrico. Su composición cambia en el hombre durante ciertas enfermedades.

§ 164. La rapidez con que los líquidos introducidos en el estómago pasan á la vejiga, y son expulsados el exterior, es extrema. Todos han podido notarlo, y los experimentos hechos en animales vivos lo prueban igualmente. Pero sin embargo, no existe ninguna comunicación directa entre estos dos órganos, y los líquidos no pueden pasar del estómago á la vejiga sino después de haber sido absorbidos, mezclados con la masa de la sangre, introducidos de este modo en la sustancia de los riñones y separados por el trabajo secretorio de las glándulas que en los mismos existen. Cuando se introduce en el torrente de la circulación (sea por inyección ó por absorción) ciertas sustancias fáciles de reconocer (tales como ruibarbo, añil, rubia, goma guta ó cianuro doble de potasio y de hierro), no se tarda en verlas expulsadas con la orina; y, como ya hemos dicho, de la sangre toman también los riñones las diversas partes que constituyen dicho líquido.

§ 165. Por lo demás, en la actividad de la referida función influyen diversas circunstancias, y pueden modificar, ya la masa de los líquidos expulsados por las vías urinarias, ya la cantidad de materias sólidas separadas de la sangre por los riñones y mantenidas en disolución en la parte acuosa de la orina.

La cantidad de agua expulsada por la secreción urinaria depende en gran parte de la de los líquidos ingeridos en el estómago.

El agua introducida en la masa de la sangre á causa de la absorción se separa de ella más ó menos rápidamente, de manera que después de cierto tiempo se restablece el equilibrio en la economía, cualquiera que sea la cantidad de líquido ingerida en el estómago; por dos distintas vías sale también este líquido de nuestro cuerpo, por la exhalación pulmonar ó cutánea y por la secreción urinaria. Luego estas dos funciones se completan de cierto modo, y, permaneciendo la misma la masa de los líquidos en circulación, se observa que todo lo que tiende á disminuir una tiende á aumentar la otra.

Así, la acción del calor sobre el cuerpo tiende á aumentar la transpiración, y disminuye por consecuencia la secreción urinaria; así es también que esta última función es más activa en

invierno que en verano; y que, cuando se toma una cantidad considerable de líquido, casi se puede determinar á voluntad la expulsión por una ú otra de dichas vías, según se ponga al cuerpo en circunstancias favorables, ya á la transpiración, ya á la secreción urinaria.

La cantidad de sustancias sólidas expulsadas por los riñones y mantenidas en disolución en la parte acuosa de la orina depende en gran parte de la abundancia y naturaleza de los alimentos empleados.

Efectivamente, Chossat, de Ginebra, ha comprobado que, cuando uno se nutre de los mismos alimentos, variando sólo la cantidad, la secreción de la urea y de los diversos principios, menos el agua, varía en la misma proporción. Disminuye á medida que uno se sujeta á más rigurosa abstinencia y aumenta conforme se hace uso de mayor cantidad de alimentos, siempre, sin embargo, que esta cantidad no sea demasiado grande para ser digerida.

Hase comprobado también, que la secreción de estas materias aumenta según que uno se alimenta de sustancias más animalizadas, es decir, que contengan proporción mayor de nitrógeno.

Por lo demás, el estado de la economía animal ejerce igualmente mucha influencia sobre los resultados de la secreción urinaria; todo lo que tiende á debilitar el cuerpo parece tender también á disminuir dicha secreción, pero se ha comprobado que continúa sin interrupción, aun mismo en el caso de que el animal se halle sometido durante larguísimo tiempo á dieta completa.

§ 166. La orina deja en ocasiones depositadas en el interior de las vías urinarias diversas sustancias que se encuentran en ella en disolución; estos depósitos sólidos constituyen lo que se designa con los nombres de *arenas* y *cálculos urinarios*.

Las *arenas* son casi siempre formadas por el ácido úrico y dependen de la secreción demasiado abundante de este principio. Por lo general se forma este depósito en los riñones y es llevado al exterior por la orina. Los *cálculos urinarios* son concreciones más voluminosas que se forman también algunas veces en los riñones, pero que, ordinariamente, se desarrollan en la vejiga, en la cual permanecen y van creciendo poco á poco por la adición de nuevas cantidades de materia depositada por la orina.

DE LA ASIMILACIÓN Y DE LA DESCOMPOSICIÓN NUTRITIVAS.

§ 167. **Asimilación.** — Al estudiar las diversas funciones en cuya historia acabamos de ocuparnos, hemos visto que los ani-

males tienen necesidad de traer continuamente hacia su interior variadas materias que toman del mundo exterior.

Las sustancias de tal manera introducidas en la economía animal se emplean de dos modos. Sirven para la formación de las diversas partes de que el mismo cuerpo vivo se compone, ó bien para conservar la combustión respiratoria que se opera sin cesar en el interior del organismo de todo ser animado.

Los animales, lo mismo que las plantas, no pueden crear ninguno de los cuerpos simples de que se compone su sustancia. Es preciso, pues, que las materias extrañas introducidas en ellos del exterior contengan todos los referidos elementos.

Hemos comprobado que los materiales primarios del organismo están formados esencialmente de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno; pero que con frecuencia pueden ser necesarios á la constitución de la sustancia de los órganos, ó de los humores de la economía animal, azufre, fósforo, calcio y otros cuerpos simples. Dedúcese de esto, pues, que las materias extrañas introducidas en el organismo deben contener carbono, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, y, á menudo, también azufre, fósforo, etc.

Los animales no poseen la facultad de determinar la combinación de estos diversos elementos químicos de modo que salgan de ellos los principios compuestos de que debe formarse el organismo; de lo cual resulta que no basta á estos seres recibir del mundo exterior los elementos primarios necesarios á su constitución, es preciso también que dichos elementos se hallen ya combinados entre sí de modo que puedan entrar como partes constituyentes en la economía. Así es que no basta introducir gas nitrógeno, gas hidrógeno, carbono, etc., en el cuerpo de un animal, para que éste satisfaga las necesidades de su nutrición; para poder utilizar las referidas materias, es preciso que ya ellas hayan formado entre sí ciertas combinaciones.

El nitrógeno y el carbono, esencialmente necesarios á la constitución de las partes vivientes de la economía animal, deben estar combinados con hidrógeno y oxígeno, de modo que formen esos compuestos complejos y poco estables que hemos designado con el nombre de alimentos plásticos, de *principios organizables* ó de *materias viables*. Ahora bien, dichos compuestos no se producen sino bajo la influencia de la vida, y solamente las plantas poseen la facultad de crearlos por completo. Resulta, pues, que el reino vegetal es el que, directamente ó por intermedio del cuerpo de algún ser animado, suministra siempre á los animales el carbono y el nitrógeno que éstos deben apropiarse, lo mismo que cierta cantidad de hidrógeno y de oxígeno que sirve al mismo objeto. El hidrógeno y oxígeno que concurren á la constitución

del organismo se encuentran en él, en mayor parte, en forma de agua; en fin el calcio, el fósforo y los demás elementos accesorios del organismo forman generalmente compuestos salinos, y estos compuestos, lo mismo que el agua de que acabamos de hablar, pueden ser suministrados directamente por el reino mineral.

En cuanto á las materias extrañas cuya introducción es necesaria para la conservación de los fenómenos de combustión respiratoria que se verifica en todos los seres animados, hemos visto que son de una parte oxígeno y de la otra materias carbonadas é hidrogenadas, que, combinándose con el elemento comburente, producen el ácido carbónico y el agua. Para quemar de este modo materias combustibles, debe hallarse libre el oxígeno, y de la atmósfera toman directamente los animales este principio indispensable á su existencia. Las materias carbonadas é hidrogenadas que sirven de alimento á la combustión respiratoria son compuestos orgánicos no nitrogenados, tales como los cuerpos grasos y el azúcar, ó materias plásticas de la clase de las que hemos indicado como necesarias á la condición de las partes vivientes del cuerpo de los animales. En resumen, para satisfacer las necesidades del trabajo nutritivo que ocurre en su economía, todo animal tiene necesidad de llevar al interior de su organismo oxígeno libre, materias organizadas ricas en carbono, en hidrógeno y nitrógeno, agua y varias sales.

La introducción de materias extrañas, hemos ya dicho que se efectúa por imbibición, y su *absorción* no puede verificarse sino en tanto se hallen en estado de división extrema, en forma líquida ó gaseosa, por ejemplo. El agua y las materias salinas que en ella se disuelven se encuentran por consiguiente en condiciones que hacen fácil y rápida la absorción; mas las materias organizables son sólidas por lo general, y, para que puedan penetrar en el interior del organismo, es preciso que se conviertan en solubles y líquidas, ó, en otros términos, que sean *digeridas*.

El paso de las moléculas del exterior al interior, por absorción, puede verificarse por todos los puntos de la superficie del cuerpo viviente; y estando formada esta superficie esencialmente por la piel, la membrana mucosa que cubre la cavidad digestiva y la membrana mucosa del aparato respiratorio, resulta que por esta triple vía es por donde pueden penetrar en la economía las materias extrañas. Pero encontrándose en el hombre y en todos los animales superiores recubierta la piel por una capa epidérmica poco permeable, no absorbe sino lentamente los fluidos que la bañen, mientras que por el contrario es muy fácil la absorción por la superficie mucosa de las cavidades digestiva y respiratoria. Por esto en dichos animales tiene la piel pequeñísima parte en

el referido trabajo, y casi exclusivamente por las últimas vías indicadas se efectúa la introducción de los materiales constitutivos del organismo.

La introducción del oxígeno libre se verifica por la superficie respiratoria. Una parte del agua necesaria al animal puede penetrar en la economía por la misma vía; pero la mayor parte de este líquido se introduce en la cavidad digestiva en forma de bebida y es absorbido por las paredes del estómago. Finalmente, también por la superficie mucosa de la cavidad digestiva se opera la absorción de las materias orgánicas en las cuales encuentra el animal el carbono y el nitrógeno necesarios á su existencia, materias que constituyen los verdaderos alimentos, y que, para ser absorbidas, deben haber sufrido una elaboración previa designada con el nombre de *digestión*.

§ 168. Dichos elementos nutritivos se mezclan, como ya hemos dicho, con la sangre y se convierten en partes constituyentes. Este líquido, elaborado por procedimientos que aun no se conocen, se carga de todos los principales compuestos de que á su vez se forman los tejidos, y, lanzado á las diversas partes del cuerpo por efecto del movimiento circulatorio de que se halla animado, distribuye á cada una de estas partes las materias necesarias para la conservación y crecimiento de las mismas. Dichos materiales nuevos, destinados á entrar en la constitución de los tejidos vivientes, existen ya formados en el fluido nutritivo que pasa por ellos, ó bien se producen á expensas de algunas de las sustancias contenidas en la sangre; en conclusión, á causa de las alteraciones que las mismas partes determinan, el tejido viviente elige, de cierto modo, en el referido líquido las moléculas semejantes á las de que está formado, las detiene al paso, se las apropia y les comunica la fuerza vital de que él mismo está dotado.

Este depósito de nuevas moléculas en el interior de la sustancia de las partes vivas, su disposición en un tejido organizado, y su admisión á participar de las propiedades vitales, es lo que constituye el fenómeno de la ASIMILACIÓN.

En cuanto al modo cómo se opera esta asimilación, nada se sabe de positivo, ni siquiera se sabe cómo se escapan las materias nutritivas del interior de los vasos sanguíneos para ir á fijarse en la sustancia de los tejidos próximos. Probablemente sólo el suero cargado de fibrina pasa por imbibición de los vasos capilares al interior de las partes sólidas situadas al rededor; y el líquido, así derramado, después de depositar una parte de sus elementos constituyentes, es vuelto á tomar por los vasos linfáticos, y llevado por estos conductos, en forma de *linfa*, hasta el centro del aparato circulatorio, en donde vuelve á la sangre de que proviene.

Pero ¿por qué tal tejido, formado esencialmente de fibrina, no toma en este líquido nutricio sino fibrina, mientras que otro tejido, compuesto principalmente de albúmina, toma sobre todo albúmina; ó que otro que contiene como parte constituyente sales calcáreas, extrae nuevas cantidades de estas mismas sales? ¿Por qué las moléculas así descompuestas se arreglan siempre de modo que constituyen en cada parte de la economía, un tejido de una textura determinada, y revisten en su conjunto formas constantes? ¿Por qué, finalmente, participan de la vida que anima á las moléculas con que se reunen? Éstas son preguntas á las cuales es imposible contestar, y cuyas soluciones no son presumibles; pues todos estos fenómenos parecen aproximarse demasiado á la esencia del principio vital, para que sean accesibles á nuestra investigación. Sólo hay que hacer notar que, en los animales de sistema nervioso bien desarrollado, parece que este aparato ejerce influencia considerable sobre todos los fenómenos de la nutrición.

§ 169. Como quiera que sea, en los primeros tiempos de la vida es cuando el trabajo de asimilación es más poderoso; por eso en este período de la existencia es sobre todo cuando aumenta rápidamente el volumen total del cuerpo. En efecto, el *crecimiento* es un carácter común á todos los seres vivientes; y siempre también, después de haber durado cierto tiempo, este movimiento se prolonga mucho más en los animales inferiores que en los que son más elevados en la serie zoológica. En algunos de los primeros, el volumen del cuerpo aumenta durante toda la duración de la vida, mientras que los últimos alcanzan por lo general todo su desarrollo antes de haber llegado á la tercera parte ó aun á la cuarta de su carrera.

Los diversos órganos de un mismo animal difieren también mucho entre sí respecto á la duración de sus períodos de crecimiento; hay partes que cesan de aumentar en la época del nacimiento (el timo, por ejemplo), otras que llegan al término de su desarrollo en la edad adulta, los huesos principalmente; y otras aun que continúan creciendo hasta la vejez, como ocurre con las uñas, los pelos y los tejidos epitélicos en general.

§ 170. La fuerza asimiladora no determina solamente el depósito de nuevas moléculas organizadas en medio de aquellas que ya componen una parte viviente; puede mismo hacerse más activa y traer la formación de partes nuevas. En efecto, la mayor parte de los animales poseen la facultad de rehacer hasta cierto punto las mutilaciones que experimentan, resultado que se obtiene por un trabajo análogo á la nutrición común. De este modo sucede que en el hombre una parte de piel nueva viene á cubrir

una llaga que se cicatriza, y que, á consecuencia de una fractura, se desarrolla un nuevo tejido óseo para llenar el vacío dejado entre los fragmentos del hueso roto y soldarlos. En los animales inferiores es donde esta facultad regeneradora se eleva al más alto grado: todo el mundo sabe que, cuando se corta la cola de un lagarto, dicho órgano, de tan complicada estructura, no tarda en formarse de nuevo; y se ha comprobado que en las arañas y centollas se desarrolla una pata nueva en la extremidad del muñón que deja una pata rota. Experimentos hechos con salamandras ó lagartos de agua han conducido á resultados más sorprendentes aún, tales como la reproducción de un ojo entero ó de una gran parte de la cabeza. En conclusión, los gusanos de tierra y muchos otros anélidos pueden reproducir del modo referido la mayor parte del cuerpo; y en las hidras ó pólipos de agua dulce (fig. 10), un fragmento cualquiera del cuerpo puede completarse y convertirse á su vez en animal perfecto en su especie.

§ 171. Por lo demás, diversas circunstancias que no tenemos tiempo de examinar aquí, pueden modificar la marcha del trabajo de asimilación, activarlo, disminuirlo ó cambiar su dirección. Por esto se ve en ciertas enfermedades que la nutrición se detiene casi enteramente y que en otras cambian ciertos tejidos de naturaleza. También se debe notar que este trabajo no se verifica con la misma rapidez en todas las partes del cuerpo; para asegurarse de ello, basta observar los cambios de forma que trae á menudo los progresos de la edad; pues estos cambios dependen principalmente de que ciertas partes crecen más rápidamente que otras. Así desde el instante del nacimiento hasta la edad adulta, crecen los miembros del cuerpo del hombre más rápidamente que el tronco, de lo cual resulta que por regla general éste es una parte del todo tanto menos grande, cuanto más se prolongó el crecimiento.

§ 172. **Excreción.** — *Mientras las partes vivas se apropian del modo dicho moléculas nuevas y las incorporan á su sustancia, se verifica también en las mismas partes un movimiento de descomposición que trae un resultado inverso, es decir, la separación de una parte de las moléculas que constituyen los tejidos organizados y su expulsión al exterior.* Un sinnúmero de experimentos y observaciones demuestran la existencia de este movimiento interior, que igualmente no pueden apreciar nuestros sentidos.

Así, mientras un hueso crece por la formación de partes nuevas en su superficie exterior, se ahueca al interior por la destrucción y la absorción del tejido de que primitivamente se componía, de modo que al cabo de cierto tiempo, toda su sustancia se ha

renovado sin que su forma haya cambiado notablemente. El tejido utricular que reviste la superficie libre de la piel, de las membranas mucosas y de las cavidades glandulares, se renueva de la misma manera; partes nuevas se forman constantemente en la capa interior de dichas túnicas epitélicas y rechazan delante de ellas las utriculas antiguas, que se desprenden y caen ó se destruyen poco á poco.

En algunas partes de la economía animal esta renovacóin de los materiales constitutivos del organismo continúa de una manera bien evidente durante toda la vida, y muchos fisiólogos han pensado que lo mismo sucedía en todas las partes, de manera que la sustancia del cuerpo entero cambiaba constantemente, y que al cabo de cierto tiempo no quedaba ninguno de los materiales de que antes se componía; hasta se ha llegado á pretender que en el cuerpo humano esta renovación completa se efectuaba en un periodo de siete años. Pero nada hay en apoyo de esta opinión, y, al contrario, parece muy probable que la mayor parte de los órganos, al cesar de crecer, permanecen por lo general en estado estacionario, sin asimilarse ninguna parte nueva ni perder ninguna de las moléculas que los forman. Sin embargo, este estado de reposo no es constante; puesto que cuando la sangre que circula en todo el cuerpo no está suficientemente cargada de ciertos principios suministrados por los alimentos, parece que este líquido disuelve y toma dichas materias de los órganos por donde pasa. Así, curiosos experimentos de Chossat demuestran que cuando las aves no encuentran en sus alimentos proporción suficiente de materias calcáreas, va desapareciendo poco á poco el fosfato de cal que entra en la composición de sus huesos.

Luego, la sangre, suministrando, como hemos visto, los materiales de los diversos humores que la economía animal rechaza continuamente al exterior por la vía de las secreciones, se empobrece sin cesar, y podría quitar á los órganos los principios solubles que éstos contienen, si la repetida introducción de sustancias extrañas no mantuviese este líquido saturado de los mismos principios. De todo lo cual resulta que dicha introducción de materias alimenticias en el organismo es necesaria, no solamente para efectuar el crecimiento de las partes vivas, sino también para asegurar la conservación de los tejidos ya existentes y para impedir la reabsorción de sus materiales constituyentes.

En fin, la combustión respiratoria que hemos visto operarse en el interior del cuerpo es también una causa de destrucción de las materias orgánicas contenidas en la economía animal. Este fenómeno, conservado por el oxígeno absorbido en el acto de la respiración, tiene por resultado la formación de cierta cantidad de

ácido carbónico, lo mismo que de un poco de agua, y se verifica en el interior de todas las partes del cuerpo en que circula la sangre. El carbono y el hidrógeno son tomados de las materias orgánicas ú organizadas que se encuentran en el líquido nutricio, ó que están en contacto con este fluido en los vasos capilares de los tejidos vivos, y que desempeñan la función de combustibles; estas complejas materias son del modo indicado destruídas en el interior del organismo [1], y parece, según los experimentos de Mr. Dumás y de algunos otros fisiólogos, que cuando la sangre no es bastante rica en combustibles orgánicos, esta especie de fuego vital se conserva á expensas de la sustancia de los tejidos.

Así es que los alimentos deben suministrar constantemente á la sangre las materias combustibles necesarias á la transformación del oxígeno absorbido por el acto respiratorio en ácido carbónico y agua, al mismo tiempo que dichas sustancias nutritivas administran á cada órgano los elementos necesarios para su crecimiento y satisfacen las necesidades del trabajo secretorio.

Por lo demás, que las materias carbonadas é hidrogenadas que se queman en el interior de la economía animal bajo la influencia del oxígeno inspirado procedan directamente de los alimentos, ó sean tomadas de los tejidos en los cuales los materiales suministrados por estas mismas sustancias alimenticias han sido ya fijados y organizados, no es menos evidente que, en conclusión, mediata ó inmediatamente, con la ayuda de estas materias extrañas ó alimenticias se conserva la combustión respiratoria, y que por consiguiente, el cuerpo vivo para conservar su masa debe recibir sin cesar del exterior, en forma de alimentos, una cantidad de combustibles orgánicos equivalente á la de las sustancias así destruídas.

Las materias alimenticias, que no contienen sino carbono, hidrógeno y oxígeno, como la fécula ó el azúcar, pueden también ser transformadas en ácido carbónico y en agua sin dejar residuo; pero la combustión vital de las materias nitrogenadas da nacimiento á otros productos, y estos compuestos, al perder carbono, se hacen más ricos en nitrógeno y constituyen principios orgánicos particulares, tales como la urea y el ácido úrico.

§ 173. Según los experimentos de Dumás, Boussingault y Payén, parece que la mayor parte de las transformaciones químicas operadas en la economía animal son consecuencias de esta

[1] Esta destrucción de las materias combustibles en el interior del organismo es muy fácil de comprobar algunas veces: así, cuando ha sido absorbido ó inyectado en las venas tartrato, citrato ó malato de potasa, se encuentra en la orina carbonato de potasa resultado de la combustión del ácido vegetal que entra en su composición.

especie de combustión llevada más ó menos lejos; que oxigenando más las materias orgánicas, ó quitando á estos compuestos por la combustión cierta proporción de carbono ó de hidrógeno es cómo dicho seres forman los productos variados, cuya existencia nos revela el análisis químico, ya en sus tejidos, ya en sus humores, y que las materias ricas en carbono necesario á esas reacciones deben existir completamente formadas en los alimentos con que se nutren los animales. Solas las plantas tienen la propiedad de fijar de este modo el carbono, bajo la forma de compuestos orgánicos, y por consiguiente, en último resultado, los vegetales son los que fabrican los combustibles destinados á ser consumidos en la economía animal.

El ácido carbónico, el agua, la urea y los demás productos que resultan de la combustión vital se mezclan á la sangre y son en seguida expulsados al exterior. Las sustancias difusibles, es decir, el gas ácido carbónico y cierta cantidad de vapor de agua, se escapan por la superficie respiratoria, mientras que las materias no volátiles, como la urea, disueltas en una cantidad más ó menos considerable de agua, son excretadas por los aparatos glandulares, y principalmente por los órganos urinarios [1].

Así es que, cuando en un animal que ha llegado á su máximo de crecimiento se toma en consideración el carbono, el hidrógeno y el oxígeno exhalados por la respiración, y el nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno, lo mismo que las materias minerales expulsadas en forma de orina, se encuentra la casi totalidad de los elementos introducidos en el organismo por los alimentos ó por la absorción respiratoria: las deyecciones alvinas se componen casi por entero del residuo de los alimentos dejado por la digestión, mezclado á algunas materias carbonadas que secreta el aparato biliar ó la membrana mucosa intestinal; pero la proporción de las sustancias excretadas del organismo por el tubo digestivo es muy débil comparada á la de los productos del trabajo respiratorio y de la secreción urinaria.

Cuando aun no ha concluído el crecimiento, no se quema y disipa del modo indicado toda la materia alimenticia; una parte más ó menos considerable se fija en la economía y es organizada, como ya hemos visto, para convertirse en parte constituyente de los cuerpos vivos. En conclusión, cuando la cantidad de materias orgánicas carbonadas que el animal absorbe es mucho mayor que la que puede ser consumida por el oxígeno inspirado, sucede por lo general que el excedente de combustible orgánico se de-

---

[1] Para más detalles sobre este asunto puede verse el séptimo volumen de mis *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée.*

posita en el interior del cuerpo, en forma de *grasa*[1], para ser en seguida reabsorbido y quemado á proporción de las necesidades de la economía.

Si es verdad que el oxígeno absorbido por la superficie respiratoria se emplea en quemar carbono ó hidrógeno en el interior de la economía, es preciso que esta combustión sea acompañada de producción de calor, lo mismo que cuando arde carbón en un hornillo, ó hidrógeno en una lámpara de gas: esto es efectivamente lo que se observa en los animales, y, para completar esta ligera idea de los fenómenos de la nutrición, sólo nos falta decir algunas palabras de dicha producción de calor.

CALOR ANIMAL.

§ 174. La facultad de producir calor parece que es común á todos los animales; pero la mayor parte de estos seres desarrollan tan poco calórico, que no puede ser apreciado por nuestros termómetros comunes, mientras que en otros es tan grande la producción de calor, que ni siquiera son necesarios los instrumentos de física para comprobar la existencia de él. Para mejor juzgar de esta diferencia no hay sino colocar un conejo y un pez, que tengan poco más ó menos el mismo volumen, en dos calorímetros, y rodearlos de hielo á la temperatura de 0°; la cantidad de este cuerpo derretida en un tiempo dado será proporcional á la cantidad de calor desarrollada por dichos dos animales. Ahora bien, en el instrumento que contenga el pez, la cantidad de hielo derretido en el espacio de tres horas, por ejemplo, no será apreciable, mientras que, en el que contenga el conejo se encontrará, después del mismo lapso de tiempo, más

[1] La *grasa* se deposita en pequeñas vesículas membranosas que á su vez se hallan en el tejido connectivo, y se compone esencialmente de dos materias particulares, la *oleína* y la *estearina*, de las cuales es líquida la primera, y la segunda sólida á la temperatura ordinaria. Las proporciones relativas de estas dos sustancias varían mucho en los diferentes animales, y de esto resultan diferencias correspondientes en la consistencia de su grasa. Por lo general, los principales usos de esta materia son sólo mecánicos, y sirve, como lo haría un cojín elástico, para proteger los órganos que envuelve: así se ve en la órbita, en la cual descansa el ojo sobre una espesa capa de grasa, en la planta de los pies, donde también se encuentra una gran cantidad, y en otras partes del cuerpo expuestas á presiones considerables ó á frotaciones frecuentes. La grasa puede igualmente, á causa de la lentitud con la cual deja pasar el calórico, contribuir á conservar el calor que se desprende en el interior de nuestro cuerpo. Finalmente, puede también ser considerada como una especie de reserva de materias nutritivas depositada en ciertas par-

de una libra de agua líquida; y para derretir esta cantidad de hielo es necesario tanto calor como para elevar, desde la temperatura de hielo fundente hasta la ebullición, como las tres cuartas partes de su peso de agua: luego este calor no pudo ser suministrado sino por el animal sometido al experimento.

Esta enorme diferencia en la facultad de producir el calor ocasiona diferencias correspondientes en la temperatura de los diversos animales. Un termómetro colocado en el cuerpo de un perro ó de un ave, verbigracia, se elevará siempre á 36 ó 40 grados (centígrados); mientras que, en el cuerpo de una rana ó de un pez, indicará una temperatura poco más ó menos igual á la que tenga la atmósfera en el momento del experimento.

Dase el nombre de *animales de sangre fría* á los que no producen bastante calor para tener una temperatura propia é independiente de las variaciones atmosféricas; y se llaman *animales de sangre caliente*, los que conservan una temperatura casi constante en medio de las variaciones ordinarias de calor y de frío á las cuales están expuestos. Las aves y los mamíferos son los únicos seres que pertenecen á esta última categoría; todos los demás son animales de sangre fría.

§ 175. La temperatura del hombre y de la mayor parte de los demás mamíferos no varía casi sino de 37 á 40 grados; la de las aves se eleva á unos 42 grados centígrados.

Por lo demás, la facultad de producir el calor varía en los diversos animales de estas dos clases, y varía también en un mismo individuo, según la edad y las circunstancias en que se halle colocado. Así la mayor parte de los mamíferos y de las aves producen bastante calor para conservar la misma temperatura en verano y en invierno, y para resistir á las causas de enfriamiento, aun á un frío muy intenso. Pero hay otros que no produ-

---

tes del cuerpo, á fin de servir al trabajo de la combustión respiratoria, cuando el animal no pueda ya tomar del exterior las sustancias necesarias para la conservación de la vida. En efecto, cuando las personas gordas permanecen mucho tiempo sin comer, es absorbida su grasa poco á poco; nótase también que los animales que se aletargan en invierno y que pasan una gran parte de esta estación sin tomar alimentos, están cargados de grasa cuando se adormecen, y al contrario muy flacos cuando despiertan de su sueño de algunos meses.

La grasa no se deposita con la misma facilidad en todas las partes del cuerpo; abunda principalmente entre las arrugas del mesenterio (parte del peritoneo que envuelve los intestinos), al rededor de los riñones y bajo la piel. El reposo ejerce grandísima influencia sobre su acumulación: los niños muy pequeños son ordinariamente muy gordos; pero cuando comienzan á hacer mucho ejercicio, su grasa se disipa poco á poco, y mientras sea rápido el crecimiento del cuerpo es raro que se deposite en él cantidades considerables.

cen calor sino para elevar su temperatura de 12 á 15 grados más que la de la atmósfera; y de ello resulta que, durante el verano, su temperatura es casi la misma que la de los demás animales de sangre caliente, pero que, en la estación fría, desciende mucho: ahora bien, cuando este enfriamiento llega á cierto límite, el movimiento vital se debilita, y el animal que lo experimenta cae en un estado de entorpecimiento ó de sueño letárgico que dura hasta que la temperatura se eleva de nuevo. Llámanse *animales hibernantes* los seres que presentan este singular fenó-

Fig. 82. — Marmota (género *Arctomys*).

meno, y, á este respecto, son de cierta manera intermediarios entre los animales de sangre caliente que no se aletargan y los animales de sangre fría. La marmota (fig. 82), el murciélago y el erizo pertenecen á esta categoría de animales.

§ 176. Al principio de su vida, todos los animales de sangre caliente se parecen también más ó menos á los animales de sangre fría; lo mismo que éstos, no producen, por lo general, bastante calor para conservar su temperatura, cuando están expuestos á causas de enfriamiento aunque sean muy ligeras. Pero el descenso de la temperatura, que no tiene inconvenientes para los animales de sangre fría, obra sobre los de sangre caliente de modo bastante distinto; pues siempre que pase de cierto grado, ó que dure un tiempo determinado, la muerte es su consecuencia. Respecto á la facultad de producir calor, los animales jóvenes de sangre caliente que nacen con los ojos abiertos y pueden, á poco de nacer, correr y buscar su alimento, difieren mucho menos de los adultos, que los mamíferos que nacen con los ojos cerrados, ó las aves que, al salir del huevo, no están aún cubiertas de pluma. Si se tienen, por ejemplo, gatos ó perros recién na-

cidos alejados durante cierto tiempo de la madre y expuestos al aire, se enfrían hasta el punto de morir, aunque el experimento se haga en verano.

Los niños producen también bastante menos calor en los primeros días que siguen á su nacimiento, que en época más adelantada de la vida; en el primer caso desciende su temperatura muy fácilmente, y la influencia del frío les es muy perjudicial; así mueren en el invierno en mayor número que en el resto del año.

§ 177. La producción de calor en el cuerpo de los animales está evidentemente ligada al fenómeno de combustión vital que hemos visto manifestarse en la economía y determinar la formación del ácido carbónico que todos estos seres expulsan continuamente de su interior. En efecto, la cantidad de calor que se desprende del modo dicho es siempre proporcional á la cantidad de oxígeno introducido en el organismo por el trabajo respiratorio, y corresponde á la producción de calor que debe resultar, por una parte de la producción del ácido carbónico exhalado, y por otra del empleo de oxígeno en exceso, para formar agua por su combinación con el hidrógeno. Así los animales que producen más calor son también los que consumen más oxígeno, á saber: las aves y los mamíferos; y cuando en un animal de sangre fría, una abeja, verbigracia, se hace muy activa la respiración, aumenta la temperatura del cuerpo, mientras que el cuerpo se enfría hasta en los animales de sangre caliente, cuando la respiración disminuye, como sucede durante el sueño letárgico de los mamíferos hibernantes.

La producción del ácido carbónico se verifica en los vasos capilares de todos los órganos, puesto que en estos vasos se transforma la sangre roja en sangre venosa, cambio que se debe á la presencia del ácido carbónico en dicho líquido. Resulta, pues, que el calor animal desprendido por esta combustión no emana de un centro único, como de los pulmones, sino de todas las partes de la economía.

La sangre arterial es la que lleva á todas las partes del cuerpo el oxígeno absorbido por los órganos respiratorios y destinado á mantener la combustión orgánica; esta combustión y el desprendimiento de calor que de ella resulta en una parte determinada del cuerpo deberán, pues, tener relación con la llegada del fluido nutricio á la misma parte; y efectivamente, cuando la sangre arterial no baña en cantidad suficiente un miembro, éste se enfría.

Hay también notable relación entre la riqueza de la sangre y la cantitad de ralor producido por los animales. Las aves que

de todos los animales son los que tienen temperatura más elevada, son también los que tienen la sangre más cargada de partículas sólidas (generalmente de 14 á 15 partes en 100). Los mamíferos, cuya temperatura es un poco menos elevada, tienen también la sangre más acuosa; por lo general, el peso de los glóbulos y de la fibrina no constituye sino las 9 á 12 centésimas partes del peso total de este líquido. En conclusión, en los animales de sangre fría, tales como las ranas y los peces, no se encuentra mayor proporción que de 6 centésimas partes de glóbulos y de fibrina por 94 de suero.

Por lo demás, esta importante función no se ejerce con igual energía en todas las partes del cuerpo, aquéllas en que la sangre circula con más abundancia y rapidez (y donde por consiguiente es más activa la vida) son también en las que se desprende más calor: de lo cual resulta que los órganos más alejados del corazón deben ser, en igualdad de circunstancias, los que producen menos calor y que por consiguiente se enfrían con más facilidad. Y esto es lo que se observa en efecto: la temperatura de nuestros miembros es menos elevada que la del tronco, y, cuando nos hallamos expuestos á la acción de un frío intenso, son dichas partes las que primero se hielan.

Así, en último resultado, la respiración es la fuente del calor animal, supuesto que por la absorción respiratoria recibe el organismo el elemento comburente necesario á la conservación de la combustión vital, de la cual depende el desprendimiento de calórico. Pero, en los animales superiores, parece efectuarse esta misma combustión bajo la influencia de un agente fisiológico del cual no hemos hablado aún: el sistema nervioso.

En efecto, hase comprobado por la experiencia, que todo lo que tienda á debilitar considerablemente la acción del sistema nervioso tiende también á disminuir la producción de calor. Así, cuando se destruye el cerebro ó la médula espinal de un perro, é, imitando, por medios artificiales, el mecanismo por medio del cual se renueva el aire en los pulmones, se mantiene la vida del animal, la producción de calor cesa, no obstante, y el cuerpo se enfría tan rápidamente como lo haría un cadáver en las mismas circunstancias. Paralizando la acción del cerebro por medio de ciertos venenos enérgicos, tales como el opio, se produce también el mismo efecto; y estos experimentos, realizados de diversas maneras, han dejado fuera de duda que una de las condiciones necesarias al desarrollo del calor animal es la influencia que el sistema nervioso ejerce sobre el resto del cuerpo [1].

[1] Los experimentos de Mr. Cl. Bernard parecen á primera vista en oposición con estas conclusiones, pues este fisiólogo ha observado que la sec-

§ 178. La facultad de producir el calor nos explica por qué los animales de sangre caliente tienen temperatura que puede mantenerse más alta que la de la atmósfera que los rodee. Pero ¿cómo sucede que estos seres pueden conservar también la misma temperatura cuando se hallan rodeados de aire más caliente que su cuerpo? Un hombre, por ejemplo, puede permanecer durante cierto tiempo en una estufa seca en la cual el aire esté elevado hasta á un grado próximo al del agua hirviendo, sin que el calor de su cuerpo aumente notablemente y se eleve más de 2 ó 3 grados.

La facultad de resistir de este modo al calor depende de la evaporación de agua que se verifica continuamente en la superficie de la piel ó en el aparato de la respiración, y que constituye la *transpiración cutánea* y *pulmonar*; pues el agua, para transformarse en vapor, toma calórico de todo lo que la rodea, y por consiguiente refresca el cuerpo á proporción que el calor exterior lo calienta. Por la misma causa el agua puesta en los vasos, porosos, llamados *alcarrazas* [1] se refresca con tanta prontitud, aun en pleno verano. Luego, la cantidad de agua que se evapora del modo indicado aumenta con la temperatura del aire, y de ello resulta una causa de enfriamiento tanto más poderosa, cuanto mayor sea el calor de la atmósfera.

2.º FUNCIONES DE RELACIÓN.

§ 179. Haciendo la enumeración de las diversas facultades de que se hallan dotados los animales, hemos visto que unas eran exclusivamente destinadas á conservar la existencia de estos seres, mientras que otras servían para hacerles conocer lo que les rodea. Las primeras constituyen las funciones de nutrición, las cuales acabamos de estudiar; las segundas, las funciones de relación, en las cuales vamos ahora á ocuparnos.

---

ción de los ganglios cervicales trae un aumento de calor en la parte de la cara donde los nervios de aquéllos se distribuyen. Pero este efecto depende de que las arterias de dichas partes se dilatan á causa de la referida sección de los ganglios nerviosos, y producen de este modo un estado inflamatorio local.

[1] Estos vasos dejan rezumir el agua que contienen, y como su superficie exterior se halla constantemente humedecida, se produce en ella una evaporación rápida que enfría el líquido en su interior. La misma causa hace que se experimente sensación de frío intenso cuando se vierte éter sobre la piel y se sopla sobre la parte de este modo humedecida.

§ 180. Cuando se examina lo que pasa en un animal de los de estructura más simple y de facultades más limitadas, se nota primeramente que se mueve y que los movimientos que ejecuta están determinados y dirigidos por una causa interior. Entre estos movimientos, los hay que se repiten de la misma manera cualesquiera que sean las circunstancias en que el animal se encuentre, y que no pueden ser por él modificados. Pero hay otros que varían según las necesidades del animal y están sometidos al imperio de una fuerza interior que se designa con el nombre de *voluntad*.

Estos dos órdenes de fenómenos constituyen dos de las funciones más importantes de la vida de relación, á saber: la *contractilidad* ó facultad de ejecutar movimientos espontáneos, y la *voluntad*, de la cual depende la facultad de excitar esta contractilidad y de variar los efectos de ella, con objeto de llegar á un resultado previsto por el animal. Existe otra propiedad inherente á todos los seres animados y que es aún más notable: la *sensibilidad* ó facultad de recibir impresiones por la influencia de los objetos exteriores y de tener la conciencia de ello.

Estas tres facultades parece que son comunes á todos los animales, pero no son las únicas que se observan en los seres animados. Nótase que existe en todos una fuerza interior que los conduce á ejecutar ciertas acciones útiles á su conservación, pero de las cuales no pueden ciertamente prever el resultado y cuya causa no depende de ninguna necesidad aparente. Así, muchísimos animales construyen, con arte admirable, moradas destinadas á habitación de su progenie, calculadas de manera que satisfacen todas las necesidades de los pequeños, y las hacen siempre del mismo modo y con la misma habilidad, mismo cuando, alejados de sus semejantes desde que nacieron, nunca han visto ejecutar trabajos análogos. Otros, en una época determinada del año, emigran á países lejanos cuyo clima les es más favorable y se dirigen con seguridad, como si el objeto de su viaje se hallase delante de sus ojos.

Dase el nombre de *instinto* á la causa que hace también que los animales ejecuten ciertos actos determinados, que no son efecto de la imitación ni resultado del raciocinio. Esta especie de propensión varía, por decirlo así, en cada animal, y los fenómenos que de ella resultan son tan luego de una extrema sencillez, como de admirable complicación.

Otros seres más privilegiados gozan aún de *facultades intelectuales*, ó del poder de recordar al espíritu ideas producidas anteriormente por las sensaciones, compararlas, sacar de ellas ideas generales y deducir reglas de conducta.

En conclusión, hay también algunos animales que gozan de la facultad de comunicar á sus semejantes las ideas que les ocupan, sea por medio de ciertos movimientos, sea produciendo diversos sonidos.

Los variados fenómenos por medio de los cuales se ponen los animales en relación con los objetos que los rodean, pueden, como se ve, referirse á seis facultades principales: *sensibilidad*, *contractilidad*, *voluntad*, *instinto*, *inteligencia* y *expresión*. Las cuatro primeras existen en todos los animales, las dos últimas en unos cuantos solamente, y la manera como unas y otras se ejecuntan varía casi á lo infinito.

En algunos animales de estructura muy simple, el pólipo, verbigracia, las diversas facultades de la vida de relación no dependen de ningún órgano particular, pues todas las partes pueden sentir y moverse sin el concurso de otro órgano; pero en el hombre y en la inmensa mayoría de los animales, el ejercicio de todas estas funciones depende de la acción de una parte determinada del cuerpo, que lleva el nombre de *sistema nervioso*.

SISTEMA NERVIOSO.

§ 181. Este sistema se halla formado por una sustancia particular blanda y pulposa, que es casi fluida en los primeros tiempos de la vida, y que adquiere más consistencia á proporción que el hombre adelanta hacia la edad madura. El aspecto de esta sustancia, que se llama tejido nervioso, varía mucho: unas veces es de color blanco, otras gris ó ceniciento; unas veces también forma masas más ó menos considerables y en otras constituye cordones delgados y ramificados. Estos últimos órganos llevan el nombre de *nervios*, y los anteriores el de *ganglios* ó de *centros nerviosos*, pues sirven de punto de reunión de todos los filamentos que acabamos de citar.

Los nervios están formados por manojos de pequeños cilindros de gran tenuidad, que han recibido el nombre de *fibras nerviosas*, y que están constituídos por un eje de sustancia blanda rodeado de un liquido viscoso y de una vaina membranosa muy delicada.

En los centros nerviosos, se encuentran estas fibras mezcladas con *células nerviosas* ó utriculas, que unas veces son redondeadas y otras estrelladas, y que, por lo general, dan nacimiento á una ó muchas fibras de las que acabamos de hablar. Distínguese en su interior un núcleo vesicular y una aglomeración de sustancia

granulosa que á menudo está mezclada de materia colorante amarilla, gris ó rojiza.

§ 182. En el hombre y en todos los animales de organización más perfecta, se compone el aparato nervioso de dos partes llamadas *sistema nervioso de la vida animal* ó *cerebro-espinal*, y *sistema nervioso de la vida orgánica* ó *ganglionar*, y cada uno de estos sistemas se compone, á su vez, de dos partes: una, central, formada de masas nerviosas más ó menos considerables; otra, periférica, formada de nervios que se extienden de estos centros á las diversas partes del cuerpo.

§ 183. **Sistema cerebro-espinal del hombre.** — La parte central del sistema cerebro-espinal se designa á menudo con el nombre de *eje cerebro-espinal* ó *encéfalo*. Compónese esencialmente del cerebelo y de la médula espinal y se halla situada en una vaina ósea formada por el cráneo y la columna vertebral ó espina dorsal.

§ 184. **Envoltorios del encéfalo.** — Además, diversas membranas envuelven el encéfalo, sirviendo para fijar ó proteger este órgano, cuya estructura es delicadísima y extrema su importancia.

La primera túnica de éstas se llama *duramadre*: es una membrana fibrosa, compacta, gruesa, blanquizca y como ondeada, que se adhiere por varios puntos de su superficie externa á las paredes del cráneo y al canal vertebral, formando al derredor del sistema nervioso una vaina muy resistente. En su cara interior se ven muchos repliegues que se introducen en los surcos más ó menos profundos de la masa nerviosa encefálica, formando una especie de tabiques que impiden que estas partes cambien de sitio, sosteniéndolas de manera que no hagan presión unas sobre otras cualquiera que sea la posición del cuerpo. Finalmente en su espesor existen grandes conductos venosos que llevan el nombre de *senos de la duramadre*, y que sirven de depósito para la sangre que proviene de las diversas partes del encéfalo.

Por dentro de la duramadre se encuentra una segunda túnica llamada *aracnoides*, á causa de que su tenuidad y transparencia ha hecho que se le compare á una tela de araña. Pertenece á la clase de las membranas serosas, y representa una especie de saco sin boca, plegado sobre sí mismo, que envuelve el encéfalo y cubre las paredes de la cavidad de la duramadre, de la misma manera que la pleura envuelve los pulmones, y el peritoneo los intestinos. Su principal uso consiste en suministrar un líquido que bañe este órgano y facilite sus movimientos.

En conclusión, encuéntrase también debajo de la aracnoides una tercera túnica celular, que falta en ciertas partes y que se

Fig. 83. — Sistema nervioso del perro[1].

[1] Sistema nervioso ... perro. — *a*, cerebro; — *b*, cerebelo; — *c*, médula oblongada; *d*, *d*, médula espinal; — *e*, *e*, ganglios espinales situados

llama la *piamadre*. Ésta no es una verdadera membrana sino una trama de tejido conjuntivo, poco consistente, en la cual se ramifican y entrelazan, en mil direcciones diferentes, una multitud de vasos sanguíneos más ó menos delgados y tortuosos que proceden del encéfalo, ó que van á diseminarse en su sustancia. En efecto, la circulación de la sangre en el encéfalo se hace de manera especialísima. Las arterias, antes de penetrar en este órgano, cuya textura es extremadamente delicada, se reducen á vasos capilares, teniendo esta división por objeto moderar la fuerza con que la sangre llega á él.

§ 185. **Encéfalo.** — El eje cerebro-espinal, que está protegido por los envoltorios que se han enumerado, se compone, como ya hemos dicho, de varios órganos distintos: pero todas estas partes se hallan íntimamente unidas entre sí y pueden considerarse como continuación unas de otras. Su porción anterior ó superior es muy voluminosa y ocupa el interior del cráneo: á ella conviene sobre todo el nombre de *encéfalo*. Distínguense dos partes principales, el *cerebro* y el *cerebelo*; de ambas sale inferiormente un gran cordón nervioso, que entra en la columna espinal y se llama *médula espinal*.

§ 186. **Cerebro.** — El *cerebro* (fig. 84, *a*; fig. 85, *a*, *b*, *c*) es la parte más voluminosa del encéfalo del hombre: ocupa toda la parte superior del cráneo desde la frente hasta el occipucio. Su forma es la de un ovoide cuya extremidad gruesa se halla vuelta hacia atrás; su cara posterior está redondeada con bastante regularidad; por los lados es algo comprimida su forma y por la parte inferior aplanada. Distínguense principalmente dos mitades laterales, llamadas *hemisferios del cerebro*, separadas por una profunda hendidura en la cual se introduce un tabique vertical formado por un pliegue de la duramadre y llamado, á causa de su forma, la *hoz del cerebro*. Por delante y hacia atrás, esta hendidura divide el cerebro completamente; pero, al medio, no separa sino la parte superior, y por la parte inferior está limitado por una lámina medular que se extiende de un hemisferio á otro y que se llama *cuerpo calloso*, ó *mesolobo* (fig. 85, *f*). La superficie de estos hemis-

---

sobre las raíces posteriores de los nervios raquídeos; — *f*, *f*, *f*, nervios intercostales; los demás se han cortado cerca de su salida de la columna vertebral; — *g*, plexo formado por los nervios de los miembros anteriores; — *h*, plexo formado por los nervios de los miembros posteriores; — *i*, *i*, *i*, nervios neumogástricos, que van al corazón, pulmones, estómago, etc; — *k*, *k*, *k*, sistema nervioso ganglionar ó gran simpático; — *l*, plexo de los nervios de los intestinos; — *m*, ganglio semilunar y plexo solar, de donde parten muchas de las ramas del sistema ganglionar que se dirigen al estómago, hígado, etc.

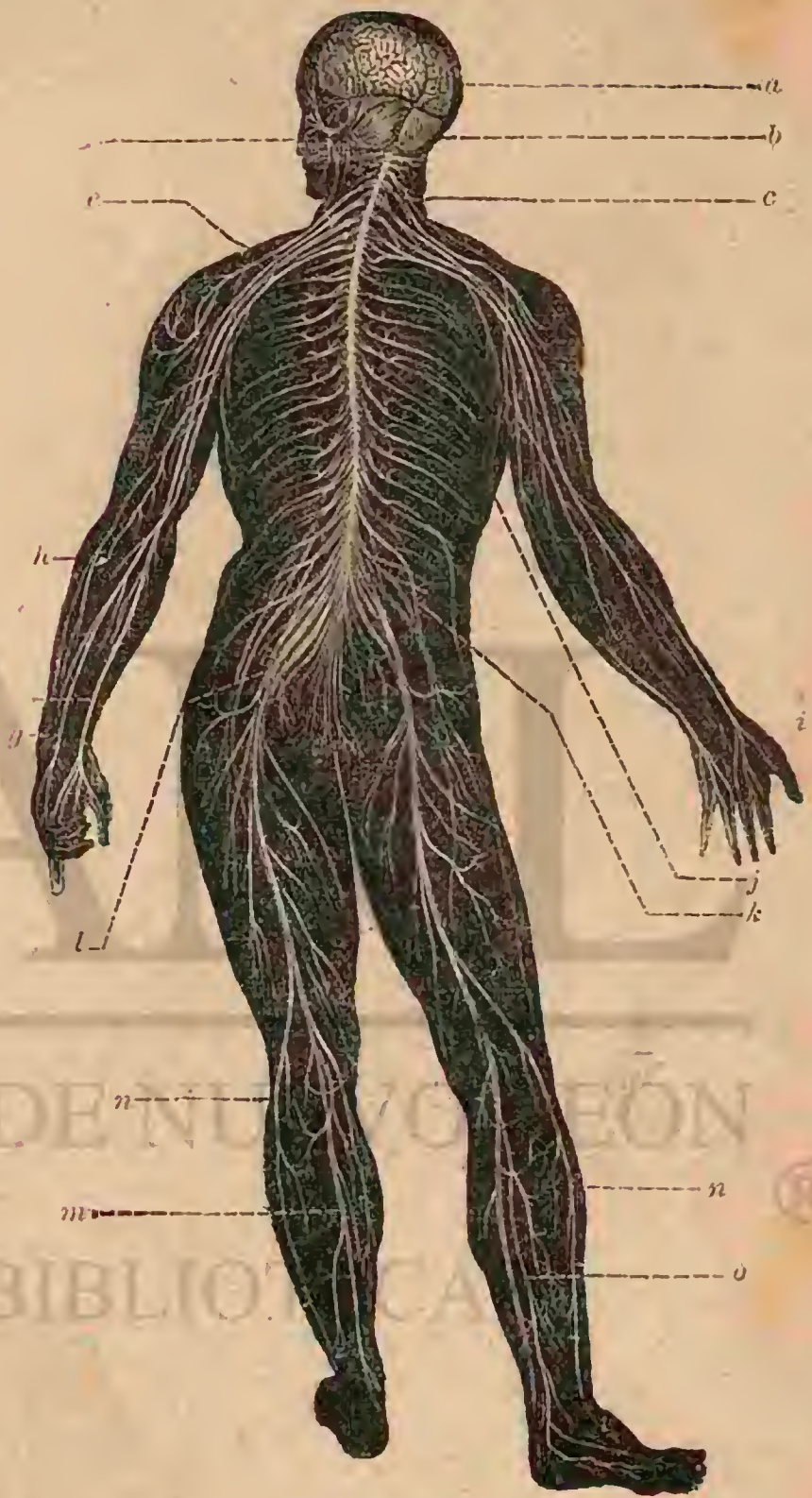


Fig. 84. — Sistema nervioso del hombre[1].

[1] Sistema nervioso del hombre : *a*, cerebro; — *b*, cerebelo; — *c*, médu-

ferios está cruzada por numerosos surcos tortuosos é irregulares y más ó menos profundos, que separan eminencias redondeadas por sus bordes, que dan vueltas sobre sí mismas y que

Fig. 83. — Corte del cerebro humano, etc.[1].

tienen alguna semejanza con los repliegues del intestino delgado en el abdomen. Estas eminencias se llaman *circunvoluciones*

la espinal; — *d*, nervio facial; — *e*, plexo braquial formado por la reunión de muchos nervios que salen de la médula espinal; — *f*, nervio mediano del brazo; — *g*, nervio cubital; — *h*, nervio cutáneo interno del brazo; — *i*, nervio radial y nervio músculo-cutáneo del brazo; — *j*, nervios intercostales; — *k*, plexo formado por muchos nervios lumbares y de donde sale el nervio crural. — *l*, plexo ciático, de donde sale el nervio principal de los miembros inferiores, el cual se divide en seguida para formar el nervio tibial (*m*), el nervio peróneo externo (*n*), el nervio safeno externo (*o*), etc.

[1] Corte vertical del cerebro, cerebelo y médula oblongada: — *a*, lóbulo anterior del cerebro; — *b*, lóbulo medio; — *c*, lóbulo posterior del cerebro; — *d*, cerebelo; — *e*, médula espinal; — *f*, corte del cuerpo calloso situado en el fondo de la hendidura que separa los dos hemisferios del cerebro: por encima de esta faja transversal de materia blanca se encuentran los ventrículos laterales del cerebro; — *g*, lóbulos ópticos escondidos bajo la cara inferior del cerebro; — 1 nervios olfatorios; — 2, ojo en el cual termina el nervio óptico, cuya raíz puede seguirse en los lados de la protuberancia anular hasta los lóbulos ópticos: por detrás del ojo se ve el nervio del tercer par;

del cerebro, y los surcos que las separan y que contienen repliegues de la lámina interior de la aracnoides se llaman *anfractuosidades*. Son más ó menos profundas, y debe notarse que en los niños recién nacidos y en la mayor parte de los animales, aun en los que más se aproximan al hombre, son poco pronunciadas las circunvoluciones. En la cara inferior del cerebro, se distinguen también en cada hemisferio tres *lóbulos* separados entre sí por surcos transversales, que se designan con los nombres de *lóbulos anterior*, *medio* y *posterior* (*a*, *b*, *c*, fig. 85). Encuéntranse igualmente en esta parte del cerebro dos eminencias redondeadas, dispuestas cerca de la línea media (*eminencias mamilares*), y dos pedúnculos gruesos que parecen salir de la sustancia de este órgano para unirse á la médula espinal (*pedúnculos del cerebro*). De esta misma parte del cerebro salen los nervios que nacen en dicha víscera.

La superficie del cerebro se halla casi enteramente formada de sustancia nerviosa gris, pero en su interior no se encuentra sino sustancia blanca. Cuando se hace una incisión en este órgano se ve también que existen en su interior diversas cavidades que comunican todas con el exterior y que se llaman *ventrículos del cerebro* (fig. 85, *f*).

§ 187. **Cerebelo.** — El cerebelo está situado debajo de la parte posterior del cerebro (fig. 84, *b*; fig. 85, *d*, y fig. 86, *e*), y no llega á la tercera parte del volumen de este órgano, ni siquiera en el hombre adulto en el cual es proporcionalmente mayor que en el niño. Distínguense, como en el cerebro, dos hemisferios ó lóbulos laterales separados por una ranura, y un lóbulo medio situado hacia atrás y debajo, en la hendidura que acabamos de nombrar. La superficie de los hemisferios y del lóbulo medio está formada por sustancia gris, y no presenta circunvoluciones, pero sí numerosos surcos casi derechos y dispuestos paralelamente de modo que dividen este órgano en una multitud de láminas dispuestas como las hojas de un libro. Por la parte inferior se halla unido el cerebelo á la médula espinal por dos pedúnculos cortos y gruesos, y en el mismo punto de unión rodea este último órgano con una faja de sustancia blanca que

— 4, nervio del cuarto par que se distribuye, como el anterior, en los músculos del ojo; — 5, rama maxilar superior del nervio del quinto par; — 5′, rama oftálmica del mismo nervio; — 5″, rama maxilar inferior del mismo nervio; — 6, nervio del sexto par que va á los músculos del ojo; — 7, nervio facial: por encima del origen de este nervio se ve un fragmento del nervio acústico; — 9, nervio del noveno par. ó nervio glosofaríngeo; — 10, nervio neumogástrico; — 11, nervio del undécimo par, ó nervio hipogloso; — 12, nervio del duodécimo par, ó nervio espinal; — 14 y 15 nervios cervicales.

va transversalmente de un hemisferio á otro, pasando por delante de la médula espinal, con la cual está íntimamente unida, y que se llama *protuberancia anular ó puente de Varolio* [1].

§ 188. **Lóbulos ópticos.** — Cuando se levantan los lóbulos posteriores del cerebro, se ve, entre este órgano y el cerebelo, cuatro pequeñas eminencias redondas, colocadas por pares de cada lado de la línea media (fig. 85, *g*). Levántanse sobre la cara posterior de los prolongamientos medulares que se dirigen del cerebro á la médula espinal, y constituyen lo que los anatómicos llaman *lóbulos ópticos ó tubérculos cuadrigéminos*, de los cuales hemos de hablar con frecuencia en las lecciones que siguen.

Fig. 86. — Eje cerebro-espinal [2].

§ 189. **Médula espinal.** — La *médula espinal* (fig 85, *e*; fig. 86, *f*) es de cierto modo una prolongación del cerebro y del cerebelo. Tiene la forma de un grueso cordón y presenta, lo mismo en la cara anterior que en la posterior, un surco medio y longitudinal que la divide en dos mitades laterales y simétricas. En su extremidad superior (á que dan los anatómicos el nombre de *médula oblongada*) se notan varios bultos, llamados *cuerpos olivarios, piramidales y rectiformes*, y de cada lado de ella se ven salir sucesivamente numerosos nervios de los cuales los primeros se dirigen directamente hacia fuera, pero los últimos descienden cada vez más oblicuamente, de manera que la médula espinal parece que termina dividiéndose en numerosos filamentos longitudinales, dispuestos casi como los crines de una cola de caballo (fig. 86, *j*), vago parecido que ha valido á dicha parte el nombre del objeto con que ha sido comparada. Al nivel

[1] Llámase así del nombre de un anatómico célebre del siglo XIV : Varolio.

[2] Sistema nervioso cerebro-espinal visto por su cara anterior (nervios

del origen de los nervios que se distribuyen por los miembros torácicos, presenta la médula espinal una dilatación bastante sensible; en seguida se estrecha y su volumen aumenta de nuevo hacia la parte de donde salen los nervios de los miembros abdominales: finalmente, su extremidad inferior es muy delgada y se encuentra hacia la parte superior de la región lumbar de la columna vertebral.

La médula espinal se compone, como el cerebro y el cerebelo, de dos sustancias nerviosas de colores diferentes; pero aquí la sustancia gris en vez de estar situada en la superficie del órgano ocupa su interior, y la sustancia blanca es la que le cubre. La vaina formada por la duramadre no se halla ocupada completamente por la médula espinal, sino que está dilatada por una cantidad considerable de líquido en medio del cual se halla suspendida ésta, disposición admirable, bien calculada para preservarla de las presiones ó de las conmociones que pueden resultar de movimientos demasiado violentos de la columna vertebral ó de cualquier otra causa, y que producirían sobre esta parte del sistema nervioso accidentes aun más graves que sobre el cerebro.

§ 190. **Estructura del encéfalo.** — Hemos dicho que la sustancia que forma el eje cerebro-espinal era blanda y pulposa; puédese sin embargo distinguir fibras en la sustancia blanca, y el estudio de la marcha que éstas siguen conduce á la explicación de ciertos fenómenos muy notables.

La médula espinal presenta, como ya hemos dicho, dos mitades que están unidas entre sí por cintas formadas principalmente de fibras medulares transversales; por cada lado se encuentra también, en la sustancia blanca de este órgano, numerosas fibras longitudinales que, en la parte superior, se reunen en seis mano-

---

cortados á poca distancia de su origen): — *a*, cerebro, — *b*, lóbulo anterior del hemisferio izquierdo del cerebro; — *c*, lóbulo medio; — *d*, lóbulo posterior, casi enteramente cubierto por el cerebelo; — *e*, cerebelo; — *f'*, médula oblongada; — *f*, médula espinal; — 1, nervios del primer par ó nervios olfatorios; — 2, nervios ópticos ó nervios del segundo par; — 3, nervios del tercer par, que salen de detrás del entrecruzamiento de los nervios ópticos, por delante del puente de Varolio y por debajo de los pedúnculos del cerebro; — 7, nervios del séptimo par ó nervios faciales, y nervios del octavo par, ó nervios acústicos; — 9, nervios del noveno par, ó glosofaríngeos; — 20. nervios del décimo par, ó neumogástricos; — 11, nervios del undécimo par y duodécimo par; — 13, nervios del décimotercero par, ó nervios suboccipitales; — 14, 15 y 16, tres primeros pares de los nervios cervicales; — *g*, nervios cervicales que forman el plexo braquial; — 25, uno de los pares de nervios de la parte dorsal de la médula espinal; 33, uno de los pares de nervios lumbares, — *h*. nervios lumbares y sacros que forman el plexo de donde salen los nervios de los miembros inferiores; — *i* y *j*, terminación de la médula espinal llamada *cola de caballo*; — *k*, nervio ciático que va á los miembros inferiores.

jos principales. Cuatro de estos manojos ocupan la cara anterior de la médula oblongada, en donde constituyen dilataciones designadas con los nombres de pirámides anteriores y de cuerpos olivarios, y en seguida penetran en el cerebro. Una parte de las fibras de las pirámides presentan una particularidad muy notable: las del lado derecho se dirigen á la izquierda, y las del lado izquierdo se dirigen á la derecha. Sólo después de este entrecruzamiento se introducen en la protuberancia anular, y, continuando su marcha hacia delante, constituyen los pedúnculos del cerebro. Estas fibras se separan en seguida y se extienden por las circunvoluciones inferiores, anteriores y superiores de los lóbulos anteriores y medios del cerebro. Las fibras longitudinales que salen de las eminencias olivarias suben, como las de las pirámides, á través de la protuberancia anular, y van á formar la parte posterior interna de los pedúnculos cerebrales; atravesando, como las de las pirámides, distintas masas de sustancia gris, aumentan de volumen y de número, y siguiendo direcciones diferentes, forman diversas partes del cerebro, como las capas de los nervios ópticos y los cuerpos estriados; finalmente se extienden por las circunvoluciones cuya masa entera constituye los hemisferios cerebrales. Por intermedio de otras fibras transversales comunican entre sí las dos mitades del cerebro, y estas fibras forman el cuerpo calloso de que ya hemos hablado, lo mismo que muchas otras fajas transversales designadas por los anatómicos con el nombre general de *comisuras*.

Las fibras longitudinales de las pirámides posteriores de la médula espinal se reunen á algunas fibras que vienen de las partes próximas á la médula oblongada, y constituyen así los pedúnculos del cerebelo, que se introducen hasta el centro del hemisferio correspondiente de dicho órgano, y envian hacia su circunferencia una multitud de hojas que se subdividen y forman, por su conjunto, especies de ramificaciones envueltas de materia gris, llamadas por algunos anatómicos el *árbol de la vida* (fig. 85, *d*). Distínguense también, en el cerebelo, fibras transversales que hacen comunicar los dos hemisferios entre sí. Una parte de ellas rodean la médula oblongada por delante, y forman la *protuberancia anular*, de que ya se ha tratado (fig. 86).

§ 191. **Nervios.** — Los *nervios*, que tienen su origen en el encéfalo y que establecen la comunicación entre este sistema y las diversas partes del cuerpo, son cuarenta y tres pares (véase fig. 84, pág. 147, y fig. 86, pág. 150). Proceden todos de la médula espinal ó de la base del cerebro, y se distinguen, según su posición, por números de orden, procediendo de delante hacia atrás. Los doce primeros pares nacen del encéfalo (fig. 85) y

salen de la caja ósea del cráneo por los diversos agujeros que tiene en su base. Los treinta y un pares siguientes provienen de la porción de la médula espinal que se halla encerrada en la canal vertebral, y salen de dicha vaina ósea por agujeros situados de cada lado entre las vértebras

Cada uno de estos nervios se compone de numerosos manojos formados por fibras medulares y envueltos en una membrana llamada *neurilema*. Estas fibras elementales son por lo general de una tenuidad extrema y se dirigen en sentido paralelo entre sí de una extremidad del cordón nervioso á la otra, sin jamás reunirse ni separarse; por su extremidad superior les sirven de continuación también sin interrumpirse las fibras de la médula espinal ó de la base del cerebro, y por la extremidad opuesta se terminan en los órganos á los cuales están destinados. Por lo general, los diferentes manojos de fibras medulares pertenecientes al mismo nervio no se hallan todos reunidos al salir del encéfalo, y de esto resulta que el nervio presenta en su origen varias *raices*. Á medida que se alejan de dicho punto, se separan estos manojos para dirigirse á diferentes partes, de forma que el nervio mismo parece que se divide sucesivamente en ramas, ramos y ramillas. Otras veces también ciertos manojos ó fibras constitutivas, después de separarse del modo indicado, van á unirse á algunos nervios próximos para seguir el trayecto de éstos, resultando lo que los anatómicos llaman *anastomosis* [1], ó *plexo* [2]. Finalmente cuando una rama nerviosa llega al órgano á que se dirige, se esparcen sus fibras primitivas terminándose casi siempre en forma de asas.

Los nervios que salen de la médula espinal nacen en ella por dos raíces compuesta cada una de varios manojos (fig. 87): una de estas raíces proviene de la parte anterior de este órgano, la otra de su parte posterior; y esta última raíz, antes de unirse á la primera, presenta una dilatación ó *ganglio*, compuesto en

---

[1] Habiendo algunos anatómicos considerado los nervios como conductos destinados á conducir el fluido nervioso, se ha dado el nombre de *anastomosis* á la reunión de sus ramas ó de sus ramos; pero esta voz, como ya hemos dicho, significa realmente un abocamiento ó comunicación entre dos vasos, y, por consiguiente, no se debería emplear aquí: pues, cuando una fibra nerviosa se separa de un nervio para unirse á otro, no se confunde en ninguna de las fibras de éste, y continúa su trayecto sin interrupción hasta la parte á que está destinada.

[2] *Plexo* (de *plecto*, entremezclo) es el nombre que se da á una especie de red formada por la reunión de varios nervios ó vasos. Los principales plexos nerviosos son los formados por los nervios de los miembros, á poco de salir de la columna vertebral. (Véase fig. 83, *g*, *h*; fig. 84, *c*, *l*, y figura 86, *g*, *h*.)

parte de sustancia medular gris. Algunos de los nervios cerebrales presentan disposición semejante; mas hay otros que no presentan ninguna traza de ella; y, como veremos luego, esta diferencia indica otras particularidades en las propiedades fisiológicas de dichos cordones medulares.

Fig. 87[1].

§ 192. **Sistema ganglionar.** — El *sistema nervioso ganglionar*, llamado también *nervio gran simpático*, ó *sistema nervioso de la vida orgánica*, se compone de cierto número de pequeñas masas nerviosas bien distintas, pero ligadas entre sí por cordones medulares, y de diversos nervios que tienen numerosas anastomosis con los del sistema cerebro-espinal, ó se distribuyen en los órganos próximos. Estos centros nerviosos se llaman *ganglios*: se les encuentra en la cabeza, en el pescuezo (fig. 88, núm. 24, 25 y 26), en el tórax (núm. 27 á 30) y en el abdomen. La mayor parte de ellos están colocados simétricamente de cada lado de la línea media por delante de la columna vertebral, y forman así una doble cadena desde la cabeza hasta la pelvis; pero también se encuentran en otras partes: cerca del corazón y en las proximidades del estómago, verbigracia.

Los nervios del sistema cerebro-espinal se dirigen á los órganos de los sentidos, á la piel, á los músculos, etc.: los que forman parte del sistema ganglionar se distribuyen en los pulmones, corazón, estómago, intestinos y paredes de los vasos sanguíneos. En una palabra, los primeros pertenecen principalmente á los órganos de relación, y los segundos á los órganos de nutrición.

§ 193. **Sistema nervioso de otros animales.** — El sistema nervioso de todos los mamíferos, de las aves, de los reptiles y de los peces, se halla conformado según el mismo plan general que el del hombre. En todos estos animales existe un cerebro, un cerebelo y una médula espinal; nervios que nacen en dicho eje cerebro-espinal y se distribuyen en los diversos órganos de la vida de relación: en fin, existe también un sistema ganglionar provisto igualmente de nervios y destinado á los principales órganos de la vida de nutrición.

---

[1] Trozo de la médula espinal, mostrando la disposición de los nervios que nacen en ella: *a*, médula espinal; — *b*, raíz posterior de uno de los nervios espinales; — *c*, ganglio situado en el trayecto de esta raíz; — *d*, raíz anterior del mismo nervio que va á unirse á la posterior, más allá del ganglio; — *e*, tronco común formado por la reunión de dichas dos raíces; — *f*, pequeña rama que va á unirse con el nervio gran simpático.

Pero en los moluscos, los insectos, los crustáceos y los demás

Fig. 88. — Parte superior del sistema ganglionar, etc.[1].

[1] Esta figura, tomada del *Traité d'anatomie humaine* de Mr. Sappey, representa los principales nervios del pescuezo, lo mismo que los ganglios del gran simpático que se encuentran en el tórax y en el pescuezo.

1, nervio neumogástrico, ó nervio cerebral del décimo par, cuyos principales ramos se anastomosan con filetes del gran simpático y se distribuyen en los pulmones, estómago, etc. — 6, 7, ramas del neumogástrico que se

animales sin vértebras, no sucede lo mismo; en éstos el eje cerebro-espinal parece que falta, y todos los nervios del cuerpo se reunen en cierto número de ganglios más ó menos alejados unos de otros (fig. 89). Finalmente, en la gran división de las zoofitos, lo más que se encuentra son vestigios de un sistema nervioso rudimentario y á menudo falta completamente este aparato. Al estudiar los diversos grupos de animales, tendremos ocasión de indicar las particularidades que presentan á este respecto.

Fig. 89. — Sistema nervioso de un insecto (Carábus auratos).

Tales son las diversas partes de que se compone el aparato nervioso del hombre y de los demás animales superiores; veamos ahora cuáles son sus usos y ocupémonos en primer lugar del estudio de la sensibilidad.

SENSIBILIDAD.

§ 194. Hemos dicho que la sensibilidad es la facultad de recibir impresiones y de tener conciencia de ello. Todos los animales tienen ésta facultad; pero el grado en que se desarrolla varía en casi todos ellos. Á proporción que se eleva en la serie zoológica y que se acerca al hombre, se hacen las sensaciones cada vez más variadas; el animal adquiere la facultad de conocer mayor número de las propiedades que poseen los objetos que le rodean y de apreciar mejor las diferencias; las impresiones producidas se hacen más vivas, y, á medida que la facultad de sentirse perfecciona así, se ve á la estructura de los órganos de relación complicarse cada vez más; pues en ésta, lo mismo que en todas las

---

dirigen á la laringe; — 9, 9, nervio retrógrado, rama del neumogástrico que sube de la base del cuello hasta la laringe; — 10, 11, ramas cardiacas que van al corazón; — 13, plexo pulmonar; — 14, nervio lingual; — 15, parte terminal del nervio gran hipogloso; — 16, nervio glosofaríngeo; — 17, nervio espinal; — 18, nervio cervical del segundo par; — 19, tercer nervio cervical; — 23, nervios cervicales sexto, séptimo y octavo, que s anastomosan con el primer nervio dorsal para formar el plexo braquial; — 24, ganglio cervical superior del gran simpático; — 25, ganglio cervical medio; — 27, ganglio cervical inferior; — 26 á 30, ganglios dorsales.

demás funciones, la naturaleza llega á resultados cada vez más perfectos por la división del trabajo.

§ 195. *Donde quiera que sean algo variadas las sensaciones producidas por los objetos exteriores, existe un* SISTEMA NERVIOSO *distinto y de su acción depende la facultad de sentir.* La estructura comienza por ser muy simple, y en este caso todas las partes que lo componen parece que desempeñan casi las mismas funciones. En el gusano de tierra, por ejemplo, es un cordón nudoso extendido en toda la longitud del cuerpo en el cual todas las partes poseen las mismas propiedades; pues si se corta el animal transversalmente en varios trozos, se ve á cada uno de estos fragmentos continuar sintiendo y moviéndose como antes; pero en los seres cuya organización es más complicada y que tienen facultades más perfectas, se compone este aparato, como ya hemos visto, de varias partes diferentes que obra cada una de modo distinto de las demás, desempeñando funciones especiales. En el hombre y en los demás animales superiores, será, pues, donde el estudio de estas funciones nos ofrecerá mayor interés.

§ 196. **Funciones de los nervios.** — Todas las partes de nuestro cuerpo no se hallan igualmente dotadas de sensibilidad; algunos órganos poseen esta facultad en alto grado, mientras que otros pueden ser excitados de todas maneras, magullados por cuerpos extraños, cortados y hasta rasgados, sin que experimentemos la menor sensación. Esto supuesto, las partes más sensibles son siempre las que reciben mayor número de nervios; y donde no hay nervios no hay sensibilidad. Si se hace una incisión en la pata de un animal vivo y se descubre el nervio que pasa por ella, se nota además que este cordón se halla dotado de gran sensibilidad; por poco que se comprima ó pique, demuestra el animal todos los signos de un vivísimo dolor, y los músculos por los cuales este nervio herido se distribuye se ven agitados por contracciones convulsivas.

Por lo que se ha dicho se podrá ya adivinar que nuestros órganos deben su sensibilidad á los nervios, y, para poner este hecho fuera de duda, basta destruir uno de estos cordones; pues si el experimento se practica en uno de los miembros de un animal vivo, todas las partes á que dicho nervio se dirige se ven en seguida atacadas de parálisis, esto es, privadas de la facultad de sentir y de moverse.

Pero el referido nervio, cuya acción es indispensable al ejercicio de aquellas funciones, ¿se halla en relación directa con el alma y es el encargado de determinar los movimientos y de percibir las sensaciones? ó bien, ¿desempeña sólo las funciones de un

conductor; está destinado únicamente á transmitir á los músculos la excitación desarrollada en otro órgano por la influencia de la voluntad y á llevar á esta parte, que sería á la vez el asiento de la percepción de las sensaciones, las impresiones que resultan del contacto de un objeto exterior con la superficie del cuerpo ó de la acción de cualquiera otro estimulante?

Para resolver esta cuestión han ocurrido también los fisiólogos á experimentos en animales vivos.

Si se corta, en un punto cualquiera de su longitud, el nervio que va á la pata posterior de una rana, por ejemplo, y se pincha ó comprime la extremidad así separada del resto del sistema nervioso, se ve que es completamente insensible, mientras que la parte situada por encima de la sección conserva toda su sensibilidad; las partes del miembro que reciben filetes nerviosos del fragmento inferior del nervio se hallan paralizadas igualmente.

Un nervio separado del sistema de que forma parte cesa, pues, de desempeñar sus funciones; no puede, por consiguiente, ser el asiento de la percepción de las sensaciones, y debe necesariamente deducirse que sirve para transmitir al órgano en que se ejerce esta función las impresiones recibidas por las partes dotadas de sensibilidad.

Esto es, en efecto, lo que se halla plenamente demostrado por todos los estudios hechos á este respecto en animales; y observando los fenómenos determinados por ciertas operaciones quirúrgicas, ha sido fácil comprobar que lo mismo sucede en el hombre. La impresión producida por el contacto de un cuerpo con el nervio mismo, ó con la parte en la cual este nervio se ramifica, no puede advertirse y no puede, por consecuencia, producir una sensación, si no es transmitida por el nervio á otros órganos.

§ 197. Una vez adquirido el convencimiento de este hecho, se nos ocurre naturalmente el preguntar dónde deben llegar las excitaciones para que el animal tenga conciencia de ellas; cuál es el órgano encargado de recibirlas; ó, en otros términos, cuál es el asiento del *yo*, cuál es la parte material de la economía que está unida directamente al *principio vital* de los animales privados de razón ó al *alma* del hombre.

§ 198. **Influencia del encéfalo.** — Los nervios cuyas funciones acabamos de estudiar terminan todos en el cerebro ó en la médula espinal, la cual termina también en el cerebro; es pues evidente que en una parte cualquiera del *eje cerebro-espinal* debe residir esta facultad de percepción. Indaguemos si es en la médula espinal, en el cerebelo ó en el cerebro.

Cuando se practican en la médula espinal los mismos experimentos que ya se han hecho en los nervios que de ella salen, se

nota en primer lugar que este órgano es extremadamente sensible: la más ligera picadura produce dolor intenso y movimientos convulsivos; y si se corta de través se observa inmediatamente una parálisis completa de todas las partes cuyos nervios nacen por debajo de la sección, mientras que aquéllas cuyos nervios provienen de la parte de la médula espinal aun en comunicación con el cerebro continúan gozando de la facultad de sentir y de moverse.

Teniendo cuidado de mantener artificialmente la respiración de modo que el animal en el cual se hace el experimento no perezca de asfixia, se puede comprobar que todas las partes de la médula espinal pierden la facultad de determinar movimientos voluntarios y la de producir sensaciones desde el instante que se separan del cerebro, de todo lo cual debe deducirse que en el cordón raquídeo no reside la facultad de percibir las sensaciones ó de determinar los movimientos voluntarios.

Mas no sucede lo mismo en el cerebro. Si se descubren los dos hemisferios de este órgano en un animal vivo (en una paloma, por ejemplo), y se irrita su superficie con la punta de un instrumento cortante, causa admiración su insensibilidad: se puede cortar y desgarrar la sustancia del cerebro sin que el animal dé el menor signo de dolor y sin que parezca que se percibe de la mutilación que sufre; pero si, como ha hecho Flourens, se levanta este órgano, cae el animal en un estado de estupor del cual nada puede hacerlo salir. Todo su cuerpo se vuelve insensible, sus sentidos no obran más; y si se remueve, sólo lo verifica bajo la influencia de una causa extraña y sin que la voluntad parezca que contribuye en la determinación de estos movimientos.

Por este experimento se ve que la acción del cerebro es indispensable para la percepción de las sensaciones y para la manifestación de la voluntad, y que las impresiones recibidas por los nervios deben llegar á este órgano para que el animal tenga de ellas conciencia.

§ 199. En la función de la sensibilidad existe, pues, una división del trabajo bastante notable: las partes que, por su contacto con los cuerpos extraños, son susceptibles de producir sensaciones, no pueden percibir ellas mismas esas impresiones, y, por otra parte, el órgano que es asiento exclusivo de la percepción de dichas impresiones no puede él mismo recibirlas directamente; es insensible y no puede excitarse sino por las impresiones que le son transmitidas por intermedio de los nervios.

Así, se pueden distinguir en el aparato de la sensibilidad tres propiedades, á saber: 1.ª, la facultad de recibir, por contacto de un cuerpo extraño ó de cualquier otro agente, una impresión

que puede producir una sensación; 2.ª, la facultad de transmitir dichas impresiones, del punto en que se han producido, al órgano encargado de percibirlas; 3.ª, la de dar al animal la conciencia de su existencia, ó de percibirlas.

Resulta de los experimentos de Flourens y de algunos otros fisiólogos que, en los animales que se aproximan al hombre, como los mamíferos y las aves, la última facultad de las citadas reside principalmente en los hemisferios del cerebro; y como acabamos de decir, la facultad de recibir impresiones y de conducirlas al cerebro, en donde deben ser percibidas, es atributo de los nervios.

§ 200. Hay también que observar que, en la transmisión de las impresiones hacia el cerebro, cada una de las fibras elementales de un nervio obra independientemente de las fibras próximas; y como estas fibras, sólo enlazadas en manojos, no se reunen nunca entre sí, sino que cada una continúa su trayecto hasta el encéfalo, resulta que las sensaciones que vienen de los diferentes puntos del cuerpo llegan cada una por un camino particular y no se confunden unas con otras. Juzgamos del sitio de la sensación por la vía por medio de la cual llega ésta á nuestro cerebro, y siempre referimos la sensación producida á la parte del cuerpo en que se termina la fibra nerviosa elemental puesta así en acción [1].

§ 201. **Nervios de la sensibilidad.** — Por lo demás, todos los nervios del cuerpo no poseen la propiedad de transmitir las sensaciones; los hay exclusivamente consagrados á los movimientos, y entre los nervios de la sensibilidad, no gozan todos de la facultad de conducir al cerebro las mismas impresiones. La sensibilidad de ciertos nervios no puede ponerse en juego por agentes que son susceptibles de excitar sensaciones en otros nervios; así, la luz, ver igracia, produce una viva sensación cuando llega

[1] La sensación que depende de la excitación de un nervio se refiere también por la inteligencia al órgano donde este nervio se distribuye, aun en el caso de que dicha excitación tenga su asiento más cerca del cerebro, en un punto cualquiera del trayecto del nervio. Así, cuando se comprime el nervio radial en el codo, parece que el dolor existe en la mano, porque en esta última parte es donde termina el nervio en cuestión. Igualmente por la misma razón, hecha la sección de un nervio, se experimenta á menudo dolor en la parte donde el nervio se distribuye, sin embargo de que la sensibilidad está allí completamente destruida. En fin, el conocimiento de este hecho nos explica también cómo, después de la amputación de un miembro, puede el enfermo experimentar sensaciones cuyo asiento parece que es en la parte que ha perdido: es que refiere instintivamente á los órganos donde se terminaban las diversas ramas del nervio cortado la excitación que ya no reside sino en el tronco de este nervio.

á la parte terminal de los nervios ópticos, pero no es susceptible de influir sobre ningún otro miembro de la economía; y estos nervios ópticos, tan sensibles á la influencia de aquel sutil agente, pueden ser comprimidos, pinchados ó rasgados, sin que de ello resulte ninguna sensación de dolor; mientras que los nervios espinales, que no son sensibles á la acción de la luz, conducen con la mayor perfección las sensaciones producidas por el contacto material de un cuerpo extraño y no pueden ser excitados de este modo con alguna fuerza sin que resulte dolor más ó menos intenso.

§ 202. **Modificaciones de la sensibilidad.** — Existen, pues, diferentes especies de sensibilidad dispuestas para funcionar bajo excitantes diferentes: de este modo es como podemos apreciar las diversas propiedades físicas de los objetos que nos rodean; y estas modificaciones de la sensibilidad constituyen los *cinco sentidos* de que el hombre y la mayor parte de los animales están dotados.

La sensibilidad táctil ó el *tacto*, la sensibilidad gustativa ó el *gusto*, la sensibilidad olfativa ó el *olfato*, la sensibilidad auditiva ó el *oido*, y la sensibilidad óptica ó *vista*, son, por consecuencia, otras tantas facultades distintas, que tienen cada una sus instrumentos propios, cuya acción se excita por causas diversas y cuyas funciones nos procuran conocimientos diferentes. El contacto de un cuerpo que resiste á la presión, ó que es más caliente ó más frío que nuestros órganos, determina, en las partes que gozan de sensibilidad táctil, sensaciones especiales por las cuales juzgamos de la consistencia, de la tersura, de la temperatura, y, hasta cierto punto, del volumen y de la forma de dicho objeto. El contacto de este mismo cuerpo sobre otra parte cuyos nervios se hallen dotados de la sensibilidad gustativa puede darnos la sensación del sabor; y cuando, después de haber sido reducido á partículas extremamente tenues, toca las partes dotadas de sensibilidad olfativa, puede aún dar lugar á una sensación diferente: la de los olores. El movimiento vibratorio de que el referido cuerpo puede hallarse animado escapará imperceptible á las órganos del gusto y del olfato, pero producirá la sensación del sonido cuando llegue á las partes dotadas de sensibilidad auditiva. Finalmente, la luz que un cuerpo nos envía no excitará ninguno de los sentidos de que acabamos de hablar, pero determinará en las partes dotadas de la sensibilidad óptica sensaciones diferentes de las enumeradas y á propósito para hacernos conocer la forma, el color y la posición de los objetos de que estamos rodeados.

La sensibilidad olfativa es atributo de los nervios cerebrales del primer par; la sensibilidad óptica pertenece á los nervios

cerebrales del segundo par, llamados por esta razón nervios ópticos; la sensibilidad gustativa es propia de ciertas fibras de los nervios cerebrales del quinto par; la sensibilidad acústica reside en los nervios auditivos ó nervios cerebrales del octavo par; en conclusión, la sensibilidad táctil se ejerce casi exclusivamente por los nervios raquídeos y los nervios cerebrales del quinto, noveno, décimo y duodécimo par.

§ 203. **Funciones diferentes de las dos raíces de los nervios raquídeos**, etc. — Los nervios dotados de sensibilidad táctil sirven también para los movimientos; pero es evidente que la facultad de excitar las contracciones musculares y la de conducir las sensaciones no residen en las mismas fibras elementales, y si estos nervios poseen ambas facultades á la vez, depende solamente de que se hallan formados por la reunión de fibras sensibles y de fibras motrices. En el trayecto del nervio no es posible distinguir estas dos clases de fibras; pero es fácil distinguirlas en su origen, pues las ha separado la naturaleza. En efecto, todos estos nervios nacen, ya de la médula espinal, ya de la base del cerebro, por dos raíces; y, según las interesantes observaciones de Charles Bell y de Magendie, se sabe hoy, sin dejar lugar á duda, que las fibras que componen una de estas raíces sirven para la transmisión de las sensaciones, mientras que las que constituyen la otra raíz conducen á los músculos la influencia de que dependen los movimientos voluntarios.

Efectivamente, si se cortan las raíces posteriores de uno de los nervios raquídeos, queda privado este cordón de un modo instantáneo de la facultad de transmitir las impresiones: la parte del cuerpo en que se distribuye se vuelve insensible, mas los movimientos continúan sometidos á la influencia de la voluntad; mientras que la sección de las raíces anteriores, dejando intactas las raíces posteriores, determina la parálisis de los movimientos sin destruir la sensibilidad.

Cortando las raíces posteriores de todos los nervios raquídeos, no se impide al animal que ejecute movimientos voluntarios, pero se le hace todo su cuerpo (exceptuando la cabeza, cuyos nervios nacen en el interior del cráneo) completamente insensible. Las raíces posteriores son, pues, las de los nervios de la sensibilidad, y las raíces anteriores las de los nervios del movimiento, y por su unión gozan á la vez de estas dos facultades los nervios que resultan de ella.

Todas las diferentes partes de la médula espinal no poseen, en el mismo grado, la facultad de transmitir las sensaciones ó de excitar los movimientos; la sensibilidad es exquisita en la faz posterior de este órgano y mucho más débil en su parte anterior.

§ 204. **Sistema ganglionar.** — En cuanto al sistema nervioso ganglionar, es poco ó nada sensible: puédese pinchar ó cortar los ganglios, lo mismo que los nervios que salen de ellos, sin producir dolor y sin ocasionar contracciones musculares. Hay que observar también que, en estado de salud, los órganos interiores que reciben estos nervios no nos transmiten sino sensaciones débiles y muy confusas, y sólo en ciertos estados enfermizos se desenvuelve su sensibilidad. En el primer caso, es de presumir que las sensaciones lleguen al cerebro por intermedio de las ramas que unen los nervios del sistema ganglionar á cada uno de los nervios raquídeos. Pero este punto de fisiología exige aun nuevas investigaciones.

§ 205. **Órganos especiales de los sentidos.** — El aparato de la sensibilidad no se compone solamente de las diversas partes del sistema nervioso de cuyas funciones acabamos de hablar; los nervios dotados de la facultad de transmitir al cerebro las sensaciones que nos vienen de fuera no terminan libremente en el exterior, de modo que reciban directamente el contacto de los agentes que determinan dichas sensaciones, sino que van á terminar en instrumentos especiales destinados á recoger, por decirlo así, la excitación y prepararla de manera que quede asegurada su acción. Estos instrumentos son los órganos de los sentidos, y esencialmente por medio de ellos nos llegan las sensaciones; pero no son indispensables para el ejercicio de todas estas facultades: la sensibilidad táctil puede ponerse en actividad en todas partes donde existan nervios propios para conducir las sensaciones comunes; y solamente es condición necesaria esta especie de intermediario entre el nervio y el mundo exterior, para los sentidos especiales, esto es, para el gusto, olfato, oido y vista.

Habiendo ya estudiado de una manera general el fenómeno de la sensibilidad, lo mismo que los órganos en que reside, debemos ahora examinar más al pormenor cada una de las formas bajo las cuales se manifiesta dicha propiedad, ó, en otras palabras, ocuparnos en el estudio particular de cada uno de los sentidos con que la naturaleza ha dotado á los animales.

DE BIBLIOTECAS

SENTIDO DEL TACTO.

§ 206. Todos los animales poseen sensibilidad táctil más ó menos delicada, y precisamente por intermedio de la membrana que cubre el cuerpo de ellos se ejerce dicha facultad. Para estu-

diarla es necesario ante todo examinar la estructura de la piel.

En el hombre, la superficie exterior del cuerpo y la de las cavidades de su interior que comunican con el exterior, como conducto digestivo, etc., están revestidas de una membrana tegumentosa más ó menos gruesa y muy diferente de las partes que cubre. Esta membrana se continúa por todas las partes y no forma realmente sino una sola pieza; pero sus propiedades no son las mismas en todas sus partes, y se designa con distintos nombres, cuando se repliega hacia dentro para entapizar cavidades interiores, ó cuando se extiende sobre la superficie del cuerpo. La parte interior de la membrana tegumentosa general se llama *membrana mucosa*, y la parte externa *piel*.

§ 207. **Estructura de la piel.** — La piel se compone de dos capas principales: el *dermis* ó *corion*, y la *epidermis*.

El *dermis* forma la capa más profunda y de más espesor de la piel. Es una membrana blanquizca, flexible, pero muy elástica y resistente. Distínguense en ella numerosas fibras y laminillas entrecruzadas muy estrechamente. Su cara interna se halla unida á las partes que cubre por una capa más ó menos espesa de tejido connectivo, y da, en algunos puntos, inserción á fibras musculares que sirven para moverla. En fin, su superficie está erizada de numerosas elevaciones rojizas muy sensibles y que dispuestas por pares forman en ciertas partes del cuerpo, como en la palma de la mano y en la extremidad de los dedos, series regulares. Estas elevaciones son las que se designan con el nombre de *papilas de la piel*, y el dermis de la piel de ciertos animales es el que, preparado por el curtido, constituye el cuero.

Fig. 90. — Corte vertical de la piel del hombre.

La *epidermis* es una especie de barniz semitransparente que cubre el dermis y se amolda á su superficie; no es una parte sen-

[1] Sección de la piel del pulpejo del pulgar á través de tres crestas papilares, vista en el microscopio: — *a*, capa córnea de la epidermis; — *b*, capa mucosa; — *c*, dermis, — *d*, tejido conjuntivo subcutáneo que contiene vesículas grasas.

sible, sino un tejido compuesto de utrículas más ó menos aplastadas, que nacen sobre el dermis y que no se endurecen sino al secarse: por esto en las partes del cuerpo que se hallan sustraídas á la acción del aire, es siempre la epidermis blanda y poco distinta.

Compónese de un número más ó menos considerable de capas superpuestas, y su capa más interna, que conserva la blandura y que contiene la materia pigmentaria á la cual debe la piel su color ha sido considerada por muchos anatómicos como una membrana particular, y se ha designado con el nombre de *capa mucosa de la piel* (ó *red de Malpighi*).

En el hombre y demás mamíferos, las capas más superficiales de la epidermis se separan poco á poco de la piel y caen en forma de polvillo blanquizco compuesto de pequeñísimas escamas; algunas veces también se desprende la epidermis por completo y deja descubierta la dermis: así sucede cuando después de una quemadura, por ejemplo, se forma una ampolla; pero se reproduce con mucha rapidez.

Finalmente, hay animales que, en épocas determinadas, se revisten de nueva epidermis y se despojan de la vieja como de una vaina, sin romperla ni deformarla: las serpientes presentan ejemplo notable de este fenómeno.

Obsérvanse en la superficie de la epidermis multitud de agujeritos llamados *poros de la piel*. Éstos corresponden al extremo de las papilas de que hemos hablado ya y dan salida al *sudor*, líquido ácido que se forma por vía de secreción y que no debe confundirse con el agua que se exhala continuamente por la superficie de la piel y que constituye la transpiración insensible. Dichos poros, extremamente pequeños, no atraviesan el dermis y son simplemente los orificios de los conductos excretorios de otras tantas glandulitas situadas en el espesor de la piel y que secretan el sudor.

Se encuentran también en la superficie de la referida membrana otros agujeros mayores, de los cuales unos dan paso á pelos (fig. 91), de cuyo modo de formación hemos de hablar más adelante, y otros dejan rezumir una materia grasa secretada por folículos situados en el espesor del dermis; en fin, en algunos puntos de la superficie del cuerpo, se ven salir de la sustancia de la piel láminas córneas llamadas uñas, cuya naturaleza es semejante á la de los pelos.

§ 208. El objeto principal de la epidermis es poner obstáculos á la evaporación de los líquidos contenidos en la economía y de proteger la piel verdadera del contacto inmediato de los cuerpos extraños á fin de moderar las impresiones producidas por dicho

contacto. Ya hemos visto que ese baño sólido es por sí mismo insensible; y como se interpone siempre entre el dermis y los objetos exteriores, cuyo contacto con esta membrana determina las sensaciones, es fácil de comprender que cuanto más espesor tenga la capa epidérmica, más también debe hallarse sustraído el dermis á la acción de los cuerpos extraños, y más obtusas deben ser las impresiones que experimente. Así es que, en algunas partes del cuerpo, en el calcañar, verbigracia, presenta la epidermis un espesor considerable, mientras que en otras, en la extremidad de los dedos, en los labios, etc., es excesivamente delgada. Nótase también que en las partes en que la piel se halla expuesta á frotaciones, aumenta el espesor de la epidermis. Todo el mundo sabe cuán dura, gruesa y rugosa se vuelve la de las manos de los herreros y de otros obreros empleados en trabajos rudos. En fin, en algunos animales, como en los cangrejos y langostas, se encostra de materias calcáreas convirtiéndose en inflexible; en este caso hace completamente insensible casi toda la superficie del cuerpo.

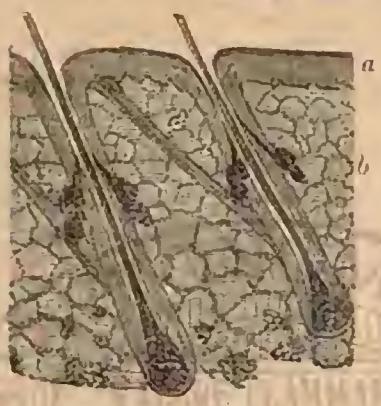


Fig. 91[1].

§ 209. La sensibilidad de que se halla dotada la piel reside en el dermis, y depende de los nervios que se distribuyen en su sustancia, que pertenecen á la clase de nervios del tacto, los cuales nacen, como ya hemos dicho, en la médula espinal ó en la base del cerebro con dos raíces, y deben á las fibras que componen su raíz posterior la propiedad de transmitir las sensaciones. Estos nervios se terminan casi todos en finísimas fibras en las papilas del dermis, y estas papilas son las que poseen, por consiguiente, la sensibilidad táctil en el más alto grado; por eso ésta es más exquisita donde aquéllas son más numerosas.

§ 210. **Órganos especiales del tacto.** — La sensibilidad táctil, tal como existe en todas las partes de la superficie de nuestro cuerpo, basta para que apreciemos la consistencia, la temperatura y algunas otras propiedades de los cuerpos que tocan á dicha superficie. En este caso no se ejerce dicho sentido sino de un modo como pasivo, que puede designarse con el nombre de *contacto;* pero otras veces desempeña función activa la parte

[1] Corte del cuero cabelludo del hombre dejando ver dos folículos pilíferos, visto en el microscopio: — *a*, epidermis; — *b*, dermis; — *c*, músculos de los folículos pilíferos.

dotada de esta sensibilidad; contracciones musculares dirigidas por la voluntad multiplican y varían los puntos de contacto con el objeto exterior, y entonces se da al referido sentido el nombre de *tacto*.

El tacto no es pues sino el contacto perfeccionado y vuelto activo; pero no puede ejercerse por todas las partes que están dotadas de la sensibilidad táctil y sólo pertenece á los órganos dispuestos de manera que les permita amoldarse en cierto modo sobre los objetos sometidos á su examen.

El órgano especial del tacto en el hombre es la mano, cuya estructura es muy favorable al ejercicio de este sentido: la epidermis de ella es delgada, lisa y muy flexible; el corion está abundantemente provisto de papilas y nervios, y descansa en una capa espesa de tejido conjuntivo grasiento muy elástico; en conclusión, la movilidad y la flexibilidad de los dedos son extremas, y la longitud de estos órganos considerable. Ahora bien, estas circunstancias son tanto más ventajosas, cuanto que tienden á aumentar la sensibilidad de dicha parte y le permiten aplicarse sobre los objetos, cualquiera que sea la irregularidad de su forma.

Mas otra disposición orgánica que no contribuye menos á la perfección de nuestro tacto es la facultad que tiene el hombre de oponer el pulgar á los demás dedos, de modo que puede apretar los objetos pequeños precisamente entre las partes de la mano dotadas de sensibilidad más exquisita.

En la mayor parte de los animales, están dispuestos los órganos del tacto mucho menos favorablemente. En los mamíferos, por ejemplo, se ve á este sentido volverse cada vez más obtuso á proporción que los dedos se vuelven menos flexibles y se envuelven más en las uñas de que están provistos; algunas veces, sin embargo, están reemplazadas las manos por otros órganos de estructura casi tan perfecta, como la trompa del elefante (fig. 14). En fin, hay animales que emplean principalmente su lengua como instrumento del tacto, y otros están provistos de apéndices especiales, que sirven para los mismos usos, y que se llaman *palpos*, *tentáculos*, etc. (fig. 16, 17).

§ 211. El tacto nos permite apreciar más ó menos exactamente la mayor parte de las propiedades físicas de los cuerpos sobre los cuales se ejerce: sus dimensiones, forma, temperatura, consistencia, el grado de lisura de su superficie, su peso, movimientos, etc. Este sentido es tan perfecto, que muchos filósofos antiguos y modernos lo han considerado como de mayor utilidad para nosotros que los de la vista y oído, y hasta como la fuente de nuestra inteligencia; pero estas opiniones son evidentemente

exageradas, pues el tacto no tiene en realidad ninguna prerrogativa sobre los sentidos que acabamos de citar, y en algunos monos, cuya inteligencia está incomparablemente menos desenvuelta que la del hombre, los órganos del tacto son casi tan perfectos como en el cuerpo humano.

SENTIDO DEL GUSTO.

§ 212. El sentido del gusto, como el del tacto, funciona por el contacto de los objetos exteriores sobre ciertas superficies de nuestro cuerpo; pero nos hace conocer propiedades que escapan al tacto: el sabor de los cuerpos.

Fig. 92. — Corte longitudinal de la lengua del hombre [1].

§ 213. **Sabor.** — Todas las sustancias no obran sobre el órgano del gusto. Unas son muy sápidas, otras lo son muy poco,

[1] *l*, labio inferior; — *l'*, glándulas labiales; — *lm*, músculo elevador de la barba; — *d*, diente incisivo; — *m*, hueso de la mandíbula; — *h*, hueso hioides; — *gh*, músculo geniohioidio; — *e*, epiglotis; — *g*, músculo geniogloso; — *tr*, músculo transverso de la lengua; — *ls*, músculo longitudinal

y hay muchas que son completamente insípidas. Ignórase la causa de tales diferencias, pero se nota que por lo general los cuerpos que no se pueden disolver en el agua no tienen sabor, mientras que la mayor parte de los que son solubles son más ó menos sápidos. Hasta parece que su disolución es una de las condiciones necesarias para que obren sobre el órgano del gusto; pues, cuando este órgano se halla completamente seco, no nos da la sensación de los sabores, y se conocen sustancias que, siendo insolubles en el agua, son insípidas en su estado ordinario, pero que adquieren un sabor fuerte si se consigue disolverlas en cualquiera otro líquido, en el alcohol, verbigracia.

§ 214. **Órganos del gusto.** — El conocimiento del sabor de los cuerpos sirve principalmente para dirigir á los animales en la elección de su alimento: por eso el órgano del gusto se halla siempre colocado á la entrada del tubo digestivo. La lengua es su asiento principal, pero algunas otras partes de la boca pueden también experimentar la sensación de ciertos sabores.

La membrana mucosa que cubre la lengua del hombre está abundantemente provista de vasos sanguíneos, y presenta en la parte dorsal de este órgano numerosas eminencias de variadas formas que hacen rugosa su superficie. Estas eminencias, llamadas *papilas*, son de diversa naturaleza: unas, lenticulares y en pequeño número, consisten en montoncitos de folículos mucosos; otras, fungiformes ó cónicas y muy numerosas, son vasculares ó nerviosas: estas últimas cubren los filetes terminales del nervio lingual y parece que sirven principalmente al sentido del gusto.

Fig. 93 [1].

La lengua, cuya masa está formada por numerosos músculos entrecruzados, recibe las ramas de varios nervios: unos sirven para excitar sus movimientos; otros, para conducir al cerebro las impresiones de los sabores. Una rama del nervio trifacial, ó nervio del quinto par, es la que

superior de la lengua; — *gl*, glándulas linguales; — *f*, folículos de la membrana mucosa de la lengua.

[1] Sección de una parte de la lengua del hombre, vista por el microscopio; *a*, una de las papilas fungiformes; — *b*, papilas filiformes; — *c*, membrana mucosa que sostiene estas papilas; — *d*, capa fibrosa subyacente; — *e*, *f*, *g*, manojos musculares de la sustancia carnosa de la lengua.

llena estas últimas funciones. Nace en la extremidad superior de la médula espinal (fig. 85), y después de salir del cráneo se divide en tres ramas principales, á saber: el nervio oftálmico, que va al aparato de la vista, etc.; el nervio maxilar superior, que se distribuye en la mandíbula superior y en la mejilla; y el nervio maxilar inferior, del cual uno de sus principales ramitos toma el nombre de *nervio lingual* y se termina en la lengua (fig. 88, n. 14).

§ 215. Si se corta este nervio lingual en un animal vivo, no se paralizan los movimientos de la lengua, pero se hace dicho órgano insensible á los sabores; y si se corta el tronco del nervio trifacial en el interior del cráneo, se destruye el sentido del gusto no solamente en la lengua, sino también en las demás partes de la boca.

La sección de los nervios hipoglosos, ó nervios del undécimo par, que se dirigen igualmente á la lengua (fig. 88, 15) no priva al animal de la facultad de sentir los sabores, pero trae la pérdida del movimiento en la lengua y en las demás partes en que estos nervios se distribuyen.

Dedúcese pues, que la rama lingual del nervio del quinto par es el nervio especial del sentido del gusto. Mas los nervios del noveno par, ó glosofaríngeos, que se distribuyen principalmente al rededor de la cámara posterior de la boca (fig. 88, 16), y presiden á la sensibilidad táctil de esta parte, parece que también están dotados de cierta sensibilidad gustativa.

§ 216. La lengua presenta casi la misma estructura en los demás mamíferos; pero en las aves, es generalmente cartilaginosa y desprovista de papilas nerviosas: así es el gusto más ó menos obtuso en estos animales. En los peces casi no existe dicho sentido, y en los animales inferiores parece que no reside en un órgano particular, sino que se ejerce en todas las partes de la abertura bucal.

UNIVERSIDAD AUTONOMA

SENTIDO DEL OLFATO.

DIRECCION GENERAL

§ 217. Ciertos cuerpos poseen la propiedad de excitar en nosotros sensaciones de naturaleza particular, que no pueden percibirse por medio de los sentidos del tacto y del gusto, y que dependen del olor que exhalan.

Los *olores* son producidos por partículas de gran tenuidad que se escapan de los cuerpos olorosos y que se esparcen en la atmósfera como los vapores. Todos los cuerpos volátiles ó gaseo-

sos no son olorosos; pero, por lo general, los que no pueden fácilmente convertirse en vapores no esparcen sino muy poco ó ningún olor, y, en la mayor parte de los casos, se ve que las sustancias olorosas lo son tanto más, cuanto más favorables á su volatilización sean las circunstancias en que se hallen colocadas. Por lo demás la cantidad de materia que se esparce del modo dicho en el aire, para producir los olores, aunque sean los más fuertes, es extremamente pequeña. Un pedazo de almizcle, por ejemplo, puede perfumar el aire de toda una vivienda durante un tiempo considerable sin cambiar notablemente de peso. Un sinnúmero de cuerpos, como el agua, los vestidos, etc., pueden impregnarse de estos vapores y volverse olorosos á su vez; pero otras sustancias, como el vidrio, se oponen completamente á su paso. Nosotros podemos sentir el olor de cuerpos colocados á grandísima distancia; pero, para que nuestra sensibilidad olfativa sea excitada, es siempre preciso que las partículas olorosas emanadas de dichos cuerpos lleguen á ponerse en contacto con el órgano destinado á percibirlas. En esto, es análogo el mecanismo del olfato al del gusto y al del tacto, mientras que en la vista y el oído, como veremos luego, sucede de otro modo.

§ 218. El aire es el vehículo ordinario de los olores; este fluido es el que los transporta á lo lejos y que los hace llegar hasta nosotros. Es pues evidente que el órgano destinado á sentirlos debe estar dispuesto de manera que reciba su contacto; y, en efecto, se halla colocado á la entrada de las vías respiratorias, no solamente en el hombre, sino también en todos los demás mamíferos, en las aves y en los reptiles.

En todos estos seres reside el sentido del olfato en las *fosas nasales*, y estas cavidades son naturalmente atravesadas por el aire que va á los pulmones para satisfacer las necesidades de la respiración.

§ 219. Las fosas nasales, como ya hemos dicho, comunican con el exterior por las ventanas de la nariz (fig. 95, *b*) y se abren posteriormente en la parte posterior de la fosa bucal (*n*): están separadas una de otra por un tabique vertical que se dirige de delante atrás, y que ocupa la línea media de la cabeza; sus paredes están formadas por diversos huesos de la cara y por los cartílagos de la nariz, y su extensión es considerable. Sobre la pared externa de cada una de ellas se ve en el hombre tres láminas salientes, encorvadas sobre sí mismas, y que se llaman las *conchas* de la nariz (*g*, *i*, *k*.). Estas láminas aumentan la superficie de dicha pared y están separadas entre sí por canales longitudinales llamados *meatos* (*f*, *h*). En fin, las referidas fosas comunican con cavidades ó *senos* más ó menos vastos, que están abiertos en

el espesor del hueso frontal [1], de los huesos de la mandíbula superior, etc. La membrana mucosa que revista las fosas nasales se llama *membrana pituitaria:* es gruesa y se prolonga más allá de los bordes de las conchas, de modo que el aire no puede atravesar las cavidades olfativas sino por conductos estrechos y bastante largos, y que la menor dilatación de esta membrana hace difícil y hasta imposible el paso de dicho fluido. La superficie de la membrana pituitaria presenta un sinnúmero de peque-

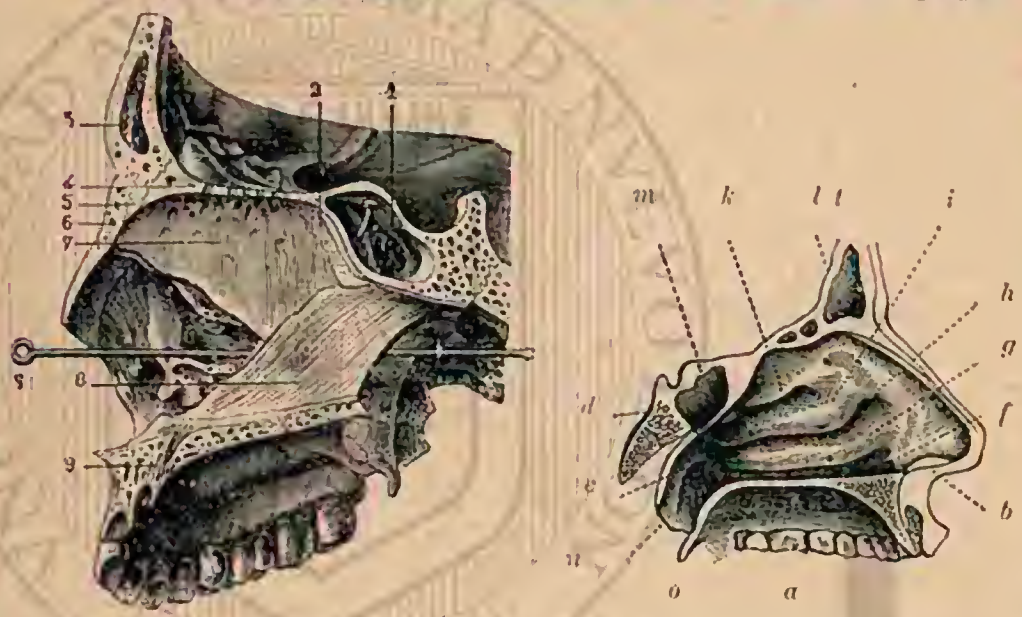


Fig. 94. — Paredes óseas de las fosas nasales [2]. Fig. 95. — rosas nasales [3].

ñas eminencias que le dan aspecto aterciopelado y se nota en ella también un movimiento vibrátil producido por pestañas microscópicas, análogas á las que hemos indicado ya que existen en otras partes del cuerpo [4]; en fin, hállase continuamente lubricada

---

[1] Los *senos frontales* (*l*, fig. 95) no existen en la infancia, pero se desarrollan con la edad y adquieren dimensiones considerables: estas cavidades son las que más contribuyen á hacer adelantar la parte inferior de la frente por encima de la raíz de la nariz.

[2] Un estilete introducido por el trazado nasal pasa por detrás del tabique medio y sale por las aberturas posteriores de las fosas nasales. — 1, seno esfenoidal; — 2, cuerpo del hueso esfenoide; — 3, seno frontal; — 4, lámina agujereada del etmoide; — 5, borde inferior del hueso frontal; — 6, hueso nasal; — 7, lámina descendiente del etmoide que forma con el hueso vómer (8) el tabique medio de las fosas nasales; — 9, porción del hueso maxilar superior que forma el suelo de las fosas nasales y el cielo de la boca.

[3] Este corte vertical de las fosas nasales representa la pared externa de una de estas cavidades: — *a*, boca; — *d*, porción de la base del cráneo; — *e*, frente; — *m*, seno esfenoidal; — *n*, aberturas posteriores de las fosas nasales; — c, abertura de la trompa de Eustaquio; — *o*, velo del paladar.

[4] Véase pág. 13.

por un líquido más ó menos viscoso, llamado *moco nasal*, que parece formarse en parte en los senos ya mencionados, y en ella se distribuyen numerosos filetes nerviosos, que vienen unos de los nervios del quinto par y otros del nervio olfatorio ó nervio del primer par.

§ 220. El mecanismo del olfato es sencillísimo; basta solamente que el moco nasal se impregne de las partículas olorosas esparcidas en el aire que atraviesa las fosas nasales y que dichas partículas sean así detenidas sobre la parte de la membrana pituitaria que contiene filetes del nervio olfatorio.

Según esto, se concibe fácilmente cuánta es la importancia del moco nasal para el ejercicio del olfato, y se comprende cómo los cambios en la naturaleza de este líquido, que ocurren durante la coriza ó romadizo, pueden hacer perder por un tiempo dado este sentido.

El nervio olfatorio es el instrumento destinado á conducir al cerebro las impresiones producidas por los olores, y en la parte superior de las fosas nasales es donde las ramas de este nervio son más numerosas, el moco más abundante y los conductos por donde pasa el aire más estrechos; por eso en esta parte se sienten con más facilidad y más intensamente los olores. Hasta parece que la función principal de la nariz es la de dirigir hacia la bóveda de la fosas nasales el aire aspirado.

La extensión de la membrana pituitaria es una de las circunstancias que parece influir más en la actividad de dicho sentido; á este respecto, está lejos el hombre de ser el más favorecido, pues en los mamíferos carnívoros, rumiantes y algunos paquidermos es en donde el aparato olfatorio alcanza más alto grado de desarrollo: en estos últimos animales son complicadísimas las conchas de la nariz y presentan, como más adelante veremos, disposición muy notable. En los reptiles, al contrario, es muy simple este aparato.

§ 221. En los animales que viven en el agua, se ejerce el olfato por intermedio de este líquido, y el órgano en que reside dicho sentido no presenta la misma estructura que en los animales que respiran en el aire.

Así, en los peces, no comunican las fosas nasales con la parte posterior de la boca, sino que son cavidades sin salida, y la membrana pituitaria que las tapiza presenta una multitud de pliegues dispuestos como radios al rededor de un punto central, ó dispuestos paralelamente como los dientes de un peine de cada lado de una faja media.

En fin, existen también muchos animales que poseen olfato muy delicado, en los cuales no se ha descubierto todavía ningún

BIBLIOTECA FAC. DE MED. U. A. N. L.

órgano especialmente dedicado á esta función: los insectos, crustáceos, moluscos, etc., pertenecen al número de éstos.

SENTIDO DEL OÍDO, Ó DE LA AUDICIÓN.

§ 222. La audición es una función destinada á hacernos conocer los sonidos producidos por los cuerpos vibrantes.

Estructura del aparato auditivo. — El aparato del oído es complicadísimo; las diversas partes de que se compone son en su

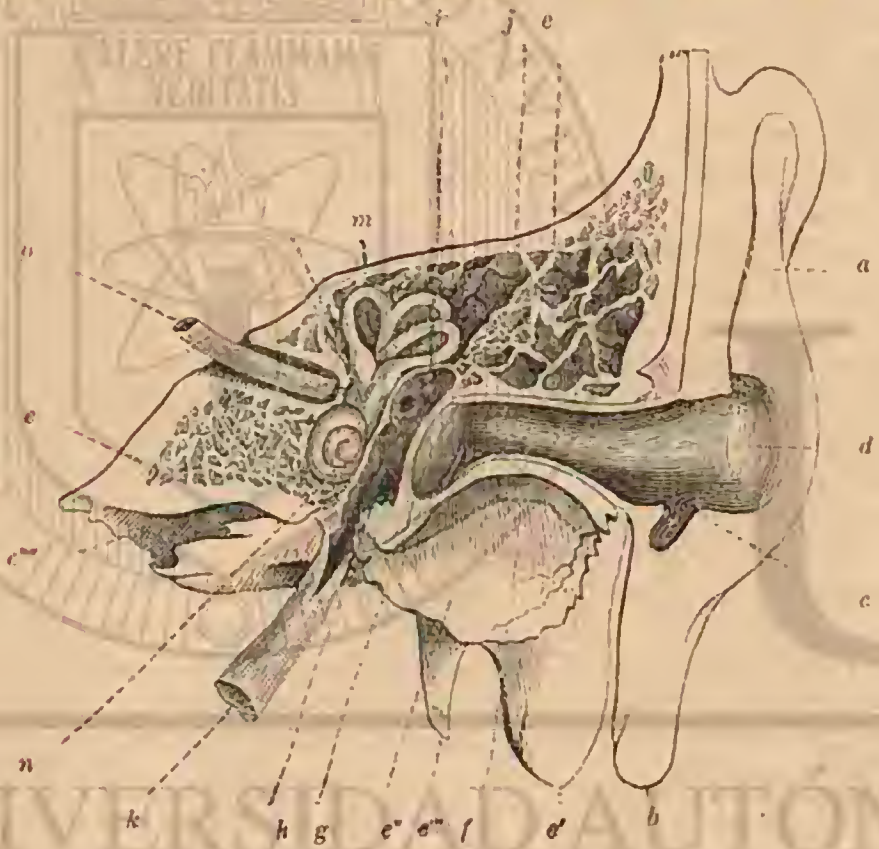


Fig. 96. — Aparato auditivo[1].

mayor parte muy pequeñas: así es que ocupa poco espacio, hallándose casi completamente encerrado en el espesor de una saliente ósea que por cada lado de la cabeza adelanta hacia el interior del cráneo y constituye la parte del hueso temporal llamada á causa de su gran dureza, el *peñasco* (fig. 96, *e*, y fig. 116).

[1] Esta figura representa un corte vertical del aparato auditivo, con las partes internas algo aumentadas para distinguirlas mejor: — *a*, pabellón de la oreja; — *b*, lóbulo del pabellón; — *c*, pequeña eminencia llamada *antítrago*; — *d*, concha cuyo fondo se continúa con el conducto auricular (*f*); — *ee*, porción del hueso temporal, llamado *peñasco*, en el cual está situado el aparato auditivo; — *e'*, apófisis mastoides del hueso temporal; — *e''*,

En el hombre se divide este aparato en tres partes, á saber: *oido externo, oido medio* y *oido interno*.

El *oido externo* se compone del pabellón de la oreja y del conducto auricular.

El *pabellón de la oreja* (*a*) es una lámina fibro-cartilaginosa, flexible y elástica que es perfectamente libre en la mayor parte de su extensión y que se adhiere á los bordes del conducto auricular. La piel que lo cubre es delgada, seca y bien estirada; su superficie da vueltas en diferentes sentidos presentando eminencias y hundimientos: el mayor de éstos se llama *concha auditiva* (*d*). Constituye una especie de embudo muy abierto y se continúa con el *conducto auricular* (*f*), que se introduce en el hueso temporal y se encorva hacia arriba y adelante. La piel que cubre este conducto forma una especie de tabique en su extremidad interna, y por encima de él se encuentran numerosos foliculitos sebáceos que segregan la materia amarilla y amarga conocida con el nombre de *cerilla* ó *cerumen*.

El *oido medio* se compone del tímpano, de la caja y de las partes que dependen de ella.

La *caja* (fig. 96, *h*) es una cavidad de forma irregular, abierta en la sustancia del peñasco y que sigue al conducto auricular del cual está separada por un tabique membranoso, muy estirado y elástico, llamado *tímpano* (*g*). Frente á la abertura en la cual está el tímpano como embutido (esto es, en la parte interna de la caja), se encuentran otros dos agujeros que se hallan tapados de la misma manera por una membrana estirada: llámanse, á causa de su forma, *ventana oval* y *ventana redonda*. En la pared posterior de la caja se ve una abertura que conduce á las células excavadas en las porción mastoides del hueso temporal; y en su pared inferior se nota la embocadura de la *trompa de Eustaquio* (fig. 96, *k*), conducto largo y estrecho que llega hasta la parte posterior de las fosas nasales, estableciendo así una comunicación entre el interior de la caja y el aire exterior. En fin, esta cavidad se halla atravesada por una cadena de huesecillos (fig. 97), que se extiende desde el tímpano

---

porción de la fosa glenoides del hueso temporal, en la cual se articula la mandíbula inferior; — *e'''*, apófisis estiloides del temporal, que sirve para la inserción de los músculos y ligamentos del hueso hiodes; — *e''''*, extremidad del canal que atraviesa la arteria carótida interna para penetrar en la cavidad del cráneo; — *f*, conducto auricular; — *g*, tímpano; — *h*, caja de donde se ha sacado la cadena de los huesecillos; — *i*, abertura que conduce de la cavidad de la caja á las células (*j*) que hay en el peñasco: en la pared interna de la caja se perciben las dos aberturas llamadas *ventana oval* y *ventana redonda*; — *k*, trompa de Eustaquio, que conduce de la caja á la parte superior de la faringe; — *l*, vestíbulo; — *m*, conductos semicirculares; — *n*, caracol; *o*, nervio acústico.

hasta la membrana de la ventana oval (*g*) situada en la pared opuesta de la caja.

Estos huesecillos son cuatro y llevan los nombres de *martillo* (fig. 98, *a*), *yunque* (*b*), *lenticular* (*c*) *y estribo* (*d*). Una varilla que puede compararse á un mango, y que pertenece al martillo, se apoya sobre el tímpano (fig. 97, *c*), y la base del estribo descansa también sobre la membrana de la ventana oval. Finalmente, pequeños músculos (*k*) fijados en dichos huesecillos les imprimen movimientos á causa de los cuales hacen más ó menos presión sobre dichas membranas y por consiguiente aumentan ó disminuyen el grado de tensión de cada una de ellas.

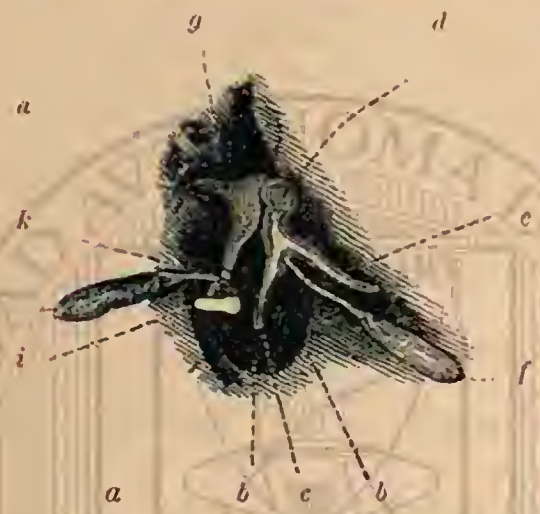


Fig. 97. — Tímpano y huesecillos

El *oído interno*, lo mismo que el oído medio está contenido por completo en el peñasco. Compónese de varias cavidades que comunican todas entre sí y que se llaman *vestíbulo*, *conductos semicirculares* y *caracol*. El *vestíbulo* (fig. 96, *l*) ocupa su parte media, y comunica con la caja por la ventana oval. Los *conductos semicirculares* (*m*) se elevan de la cara superior y posterior del vestíbulo: son tres y tienen la forma de tubos arqueados y dilatados como ampollas en una de sus extremidades. En fin, el *caracol* (*n*) es un órgano muy singular, arrollado en espiral como la concha del animal cuyo nombre lleva; su cavidad, dividida en dos partes principales por un tabique

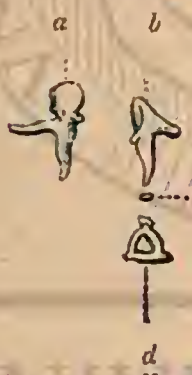


Fig. 98. — Huesecillos del oído.

---

[1] Esta figura representa la pared externa de la caja, el tímpano, los huesecillos del oído y sus músculos, todo aumentado de tamaño: — *a a*, marco del tímpano; — b, tímpano; — *c*, mango del martillo, cuya extremidad se apoya sobre el medio del tímpano; — *d*, boca del martillo que se articula con el yunque; — *e*, apófisis que nace por encima del cuello del martillo y se introduce en la sisura glenoide del hueso temporal: en su extremidad se inserta el músculo anterior del martillo; — *f*, músculo interno del martillo; — *g*, yunque, cuya rama horizontal se apoya sobre las paredes de la caja, articulándose la rama vertical con el huesecillo lenticular; — *i*, estribo, cuya base se apoya en la membrana de la ventana oval; — *k*, músculo del estribo.

longitudinal mitad óseo, mitad membranoso, comunica con el interior del vestíbulo, y sólo está separado de la caja por la membrana de la ventana redonda. Esta última cavidad está llena de aire; el oído interno, por el contrario, contiene un líquido acuoso, y la membrana que cubre el vestíbulo, lo mismo que los conductos semicirculares, no se halla aplicada contra las paredes óseas de estas cavidades, sino como suspendida en su interior.

El nervio del octavo par, que nace en la médula oblongada, cerca de una eminencia llamada *cuerpo rectiforme*, y que se separa del encéfalo entre el pedúnculo del cerebelo y la protuberancia anular (fig.85), penetra en el peñasco por un canal óseo llamado *conducto auditivo interno*, y va á terminarse en el interior de las bolsas membranosas del vestíbulo y de los conductos semicirculares, lo mismo que en el caracol. De él depende la sensibilidad del órgano auditivo, y por esto se le llama *nervio acústico*.

§ 223. **Mecanismo de la audición.** — Tales son las partes principales del aparato auditivo del hombre y de los animales que se acercan más á nosotros. Veamos ahora cuáles son las funciones que cada una de ellas desempeña en el ejercicio del sentido del oído.

La audición, hemos dicho, está destinada á hacernos sentir los sonidos.

El *sonido* resulta de un movimiento vibratorio muy rápido que experimentan las partículas de los cuerpos sonoros. Para asegurarse de la existencia de este movimiento, basta extender sobre una lámina de cristal ó sobre la tapa de un violín, arena fina, y hacer producir á esta lámina ó á este instrumento un sonido cualquiera: en seguida se verán á los granitos de arena agitarse y que son lanzados al aire con tanta más fuerza cuanto más intenso sea el sonido. Las ondulaciones que experimenta el cuerpo sonoro se comunican al aire que está en contacto con su superficie, como se han comunicado á la arena en el experimento precedente; y así, progresivamente, se propagan los sonidos á lo lejos. Ahora bien, para que nosotros podamos percibirlos, es necesario que los movimientos vibratorios de que acabamos de hablar lleguen al oído interno, y que, bajo su influencia, entre en vibración el líquido que baña inmediatamente el nervio acústico. Para darse cuenta del mecanismo de la audición, es preciso, pues, seguir la marcha de estos movimientos ondulatorios á través de las diversas partes del aparato auditivo que se encuentran interpuestas entre el aire exterior y el nervio acústico.

§ 224. Las vibraciones sonoras del aire llegan primero al pa-

bellón de la oreja. En los animales que tienen esta parte de forma de trompeta sirve para repercutir las vibraciones y aumentar la intensidad del sonido que llega á su extremidad angosta, como es fácil de comprobar con la experiencia. Todo el mundo sabe que las personas algo sordas oyen con más facilidad cuando se aplican al oído una trompetilla análoga; y se si extiende sobre el vértice abierto de un cono de cartón una membrana delgada, cubierta de arena fina, se verá que los movimientos de este polvillo serán mucho más intensos cuando el sonido llega á la membrana por el lado ensanchado del embudo que cuando llega por el lado opuesto.

En el hombre llenan las mismas funciones la concha del oído y el conducto auricular; pero las demás partes del pabellón no están dispuestas de manera que pueden repercutir los sonidos hacia el tímpano y no son de gran utilidad; así es que la pérdida del pabellón entero apenas debilita el oído.

Las vibraciones, excitadas en el pabellón del oído ó partes próximas por las ondas sonoras, se comunican á las paredes del conducto auricular y de éstas á las partes más profundas del aparato del oído; pero estos movimientos no pueden ser sino muy débiles, y principalmente por intermedio del aire contenido en dicho conducto penetran los sonidos en el interior del oído: por eso si se tapa el tubo con algodón ó cualquier otro cuerpo blando se vuelve muy difícil la percepción.

§ 225. El tímpano sirve principalmente para facilitar la transmisión de las vibraciones sonoras del aire exterior hacia el nervio acústico. En efecto, los experimentos de uno de nuestros más hábiles físicos, Savart, prueban que los sonidos, al chocar sobre una membrana delgada y medianamente estirada excitan con facilidad vibraciones en ella. Si se estira una hoja de papel sobre un marco y se esparce por su superficie arena, se verá á ésta agitarse y reunirse formando líneas variadas en seguida que se acerque á ella un cuerpo sonoro en vibración. Si se hace el mismo experimento con una tablita ó un cartón, no se verá movimiento semejante, á menos que no se emplee un sonido muy intenso; pero si se adapta á un cuerpo de éstos un disco membranoso parecido al tímpano, se les verá vibrar fácilmente bajo la influencia de un sonido que, antes, no habría producido sobre ellos ningún efecto apreciable.

Es, pues, evidente que el tímpano debe entrar con facilidad en vibración cuando los sonidos chocan en él, y que su presencia debe aumentar la facilidad con la cual las demás partes del aparato auditivo experimentan movimientos semejantes.

§ 226. Las vibraciones se transmiten de la membrana del tím-

pano á los huesecillos del oído, á las paredes de la caja y sobre todo al aire de que esta caja está llena; llegan así á la pared posterior de la caja, y allí existen, como hemos visto, membranas estiradas sobre aberturas que conducen al oído interno, casi de la misma manera que el tímpano está tendido entre el conducto auricular y la caja. Ahora bien, aquellos tímpanos deben obrar del mismo modo que éste, es decir, entrar fácilmente en vibración y transmitir sus movimientos á las partes próximas.

La cara posterior de dichos tabiques membranosos está en contacto con el líquido acuoso que llena el oido interno, y en este líquido están suspendidas las bolsas membranosas [1], que, á su vez, están dilatadas por otro líquido, en el cual se sumergen los filetes terminales del nervio acústico. Las vibraciones que dichas membranas ejecuten deben, pues, transmitirse al líquido citado, comunicarse en seguida al saco membranoso del vestíbulo, y llegar en fin al nervio sobre el cual su acción produce la impresión que dará por resultado la sensación del sonido.

§ 227. Por lo que precede se ve que el aire contenido en la caja desempeña una función importantísima en el mecanismo de la audición; ahora bien, si esta cavidad no comunicase con el exterior no tardaría dicho aire en ser absorbido y desaparecer, y las vibraciones del tímpano no se transmitirían ya al oído interno sino por las paredes óseas de la caja y no llegarían á él sino con mucha dificultad. Esto hace que nos demos cuenta de la utilidad de la trompa de Eustaquio y nos explica como la obstrucción de este conducto puede convertirse en causa de sordera.

El tímpano es muy útil para la transmisión de los sonidos, pero no es indispensable á la audición; pues cuando esta membrana se rasga, las vibraciones del aire contenido en el conducto auditivo se comunican sin interrupción al aire de la caja, llegando así á las membranas de las ventanas oval y redonda.

§ 228. Hemos visto que la cadena de huesecillos que atraviesa la caja y se apoya sobre el tímpano y sobre la membrana de la ventana oval, puede ejecutar ciertos movimientos por medio de los cuales aumenta ó disminuye la presión que ejerce sobre dichas membranas. La utilidad de esta disposición es fácil de comprender. Si se esparce arena sobre una membrana estirada sobre un bastidor, y se acerca á ella un cuerpo sonoro en vibración, se verá que, sin cambiar nada la intensidad del sonido, se puede au-

---

[1] Llámaseles el *vestíbulo membranoso* ó los *tubos semicirculares*, según que ocupen el vestíbulo ó los conductos semicirculares; en el caracol no existe nada parecido, y el líquido de que éste está lleno es el mismo que baña el vestíbulo membranoso.

mentar ó disminuir á voluntad la fuerza que lanza la arena al aire, según se disminuya ó aumente la tensión de la misma membrana. En el primer caso, ésta ejecutará, bajo la influencia de un sonido de la misma intensidad, movimientos vibratorios mucho más extensos que cuando se estire mucho. De esto se puede deducir que la presión más ó menos grande ejercida por el martillo sobre el tímpano, y por el estribo sobre la membrana de la ventana oval, tiene por objeto impedir que estas membranas vibren demasiado bajo la influencia de sonidos intensísimos sin por esto privarlas de la facultad de vibrar cuando las hiere un sonido débil. La presión ejercida sobre la membrana de la ventana oval se comunica también á la membrana de la ventana redonda, por intermedio del líquido que llena el oído interno; de lo que resulta que, en circunstancias comunes, los huesecillos del oído, apoyándose en las dos membranas á que están fijados, impiden á las vibraciones sonoras que llegan al nervio acústico de ser bastante intensas para perjudicar este delicado órgano.

La pérdida del martillo, del yunque y del hueso lenticular debilita el oído, pero no lo destruye: la del estribo, al contrario, causa la sordera, pues hallándose este hueso adherido á la membrana de la ventana oval, determina su caída la rotura de este tabique, y el líquido contenido en el vestíbulo se pierde, no pudiendo ya el nervio acústico desempeñar sus funciones.

§ 229. Vemos pues, que todas las partes que componen el oído externo y el oído medio sirven para perfeccionar la audición, sin que no obstante sean absolutamente necesarias al ejercicio de dicho sentido; por eso desaparecen gradualmente á medida que uno se aleja del hombre y estudia la estructura del oído en los animales cada vez menos elevados en la serie de los seres. En las aves no existe pabellón de la oreja. En los reptiles, falta también el conducto auditivo externo: el tímpano es externo, y se simplifica la estructura de la caja. Finalmente, en la mayor parte de los peces, no hay vestigio de oído externo ni de oído medio, y el aparato del oído sólo se compone de un vestíbulo membranoso con tres conducto semicirculares encima, provisto por debajo de un saquito que parece representar el caracol, y suspendido en la parte lateral de la gran cavidad craneana.

En los animales aun más inferiores, sucede lo mismo en cuanto al caracol y á los conductos semicirculares, partes cuyas funciones no conocemos bien[1]; pero el vestíbulo membranoso es un órga

[1] Según los experimentos de Flourens, parece que la destrucción de los conductos semicirculares no destruye el oído, pero sí lo vuelve confuso y doloroso.

no que jamás falta en el oído: donde quiera que exista aparato auditivo, se encuentra un saquito membranoso lleno de líquido en el cual se termina el nervio acústico, siendo este vestíbulo instrumento indispensable para el ejercicio del sentido del oído. En los moluscos, se halla también reducido el oído á una vesiculilla colocada de cada lado del cerebro, conteniendo un líquido en el cual se hallan suspendidos corpúsculos sólidos que oscilan sin cesar y que pueden compararse á las concreciones pétreas ú *otolitos* del oído interno de los peces. En la mayor parte de los insectos, no se encuentra ningún vestigio de instrumento especial del oído, aunque estos animales no parece que son insensibles á los sonidos. En fin, en los zoófitos y otros animales de los más inferiores, parece que falta completamente este sentido.

SENTIDO DE LA VISTA.

§ 230. La vista es una facultad que nos hace sensibles á la acción de la luz, y que nos hace conocer, por intermedio de este agente, la forma de los cuerpos, su color, tamaño y posición.

El aparato encargado de esta función se compone, en el hombre y en los animales que más se acercan á él, del nervio del segundo par, del ojo y de las diversas partes destinadas á proteger este órgano y á moverlo.

§ 231. **Estructura del ojo.** — El *globo del ojo*, del cual trataremos desde luego, es una esfera hueca un poco dilatada por delante y llena de humores más ó menos fluidos. Su envoltura exterior se compone de dos partes bien distintas: una blanca, opaca y fibrosa, llamada *esclerótica* (fig. 99, *s*); otra transparente y semejante á una lámina de cuerno, que por esta razón se llama la *córnea* (*c*). Ésta ocupa la parte de delante del ojo y se encuentra como engastada en una abertura circular de la esclerótica. Su superficie externa es más convexa que la de esta última membrana; se parece á un cristal de reloj de bolsillo que se aplicase sobre una esfera hueca saliendo algo de su superficie.

Á poca distancia y por detrás de la córnea, se encuentra, en el interior del ojo, un tabique membranoso (*i*) dispuesto transversalmente y fijado en el borde anterior de la esclerótica, al rededor de la córnea. Está especie de diafragma, que varía de color en los diferentes individuos, se llama *iris* y presenta al medio una abertura circular llamada *pupila* (*p*). Distínguense en el tejido de este órgano fibras musculares que se dirigen irradiando del borde de la pupila hacia la esclerótica, y otras fibras de la misma

naturaleza que son circulares y que rodean esta abertura como un anillo. Cuando las primeras se contraen, la pupila se dilata, y disminuye cuando las últimas funcionan.

El espacio comprendido entre la córnea y el iris constituye la cámara anterior del ojo (*ca*): comunica por la abertura de la pupila con la cámara posterior, cavidad situada detrás del iris, y está llena, lo mismo que esta última cámara, de *humor acuoso*, líquido muy transparente y compuesto de agua con un poco de albúmina en disolución y pequeña cantidad de las sales que se encuentran en todas las secreciones de la economía animal. Créese formado este humor por una membrana que se encuentra detrás del iris, y que presenta numerosos repliegues radiantes, llamados *procesos ciliares* (*pc*).

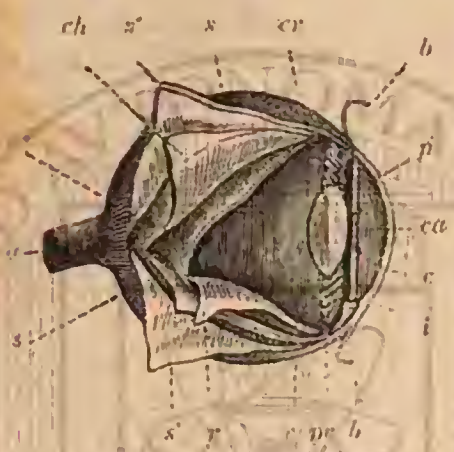


Fig. 99. — Globo del ojo [1].

Casi inmediatamente detrás de la pupila, se encuentra una lente transparente llamada *cristalino* (*cr*): hállase contenida en una bolsa membranosa y diáfana (la *cápsula del cristalino*), y parece que es producto de una especie de secreción operada por ella, pues cuando se extrae del ojo de un animal vivo sin destruir su cápsula se ve que en seguida reemplaza un nuevo cristalino al anterior. Obsérvase también que este cuerpo se compone de numerosas capas concéntricas, cuya dureza va en aumento de la circunferencia hacia el centro, lo que se concilia perfectamente con lo que acabamos de decir sobre su modo de formación. En conclusión, cada una de estas capas se compone á su vez de fibras cuyos bordes parece que encajan unos en otros, presentando muy curiosa disposición (fig. 100).

Es esencial igualmente, el notar que la faz posterior del cristalino es mucho más convexa que la anterior.

---

[1] Interior del ojo: — *c*, córnea transparente; — *s*, esclerótica; — *s'*, porción de la esclerótica vuelta hacia fuera para dejar ver las membranas situadas debajo; — *ch*, coroides; — *r*, retina; — *n*, nervio óptico; — *ca*, cámara anterior del ojo, colocada entre la córnea y el iris y llena de humor acuoso; — *i*, iris; — *p*, pupila; — *cr*, cristalino, que se halla detrás de la pupila; — *pc*, procesos ciliares; — *v*, humor vítreo; — *bb*, porción de la conjuntiva que, después de cubrir la parte anterior del ojo, se separa para cubrir los párpados.

Detrás del cristalino se encuentra una masa gelatinosa y diáfana muy abultada, que se parece á clara de huevo, envuelta en una membrana finísima, de la cual se dirigen hacia dentro nume-

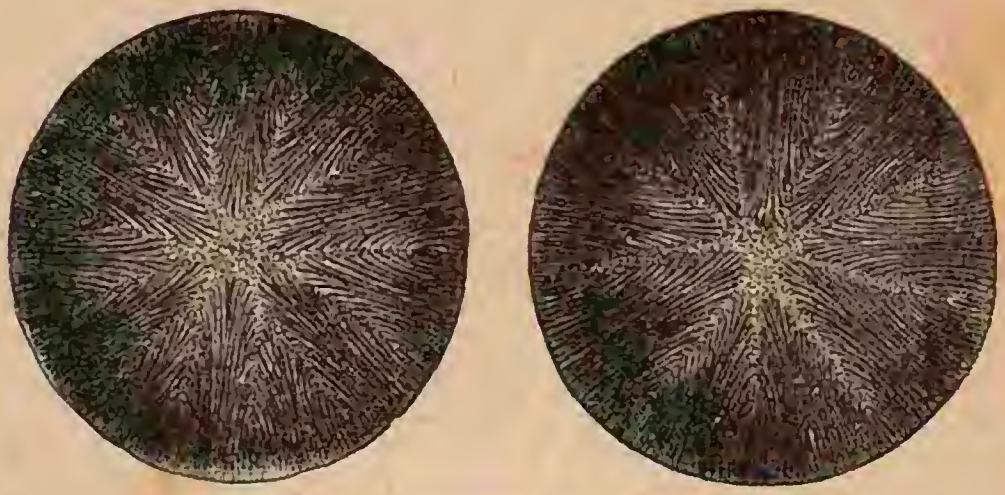


Fig. 100. — Cristalino del hombre[1].

rosas laminillas formando tabiques ó células. Esta membrana se llama *hialoides*, y el humor que contiene *humor vítreo*.

Por todas partes, excepto hacia delante, donde se encuentra el cristalino y el iris, está rodeado el humor vítreo por una membrana blanda y blanquizca llamada *retina* (*r*), que no está separada de la esclerótica sino por otra membrana igualmente fina, que se llama *coroides* (*ch*). Esta última está formada principalmente por una red de vasos sanguíneos é impregnada de una materia negra que da al fondo del ojo el color oscuro que se ve á través de la pupila, y que falta en los individuos llamados albinos y en los animales de pelaje blanco.

El globo del ojo recibe muchos nervios: el más notable por su diámetro y funciones es el *nervio óptico* (*n*), que atraviesa la parte posterior de la esclerótica y se continúa en la retina. Esta membrana hasta parece que no es otra cosa que una dilatación del nervio óptico, cuyas fibras elementales forman en su superficie posterior una multitud de papilas cilíndricas muy unidas unas á otras y que, en el microscopio, presentan el aspecto de un mosaico. Los demás nervios del globo del ojo son excesivamente delgados: llámaseles *nervios ciliares*; nacen de un ganglio pequeño

[1] Cristalino del hombre, aumentado para enseñar la disposición de la fibras radiantes que componen esta lente.

formado por la reunión de algunas ramificaciones de los nervios del tercero y quinto par y se distribuyen en el iris y en las partes próximas del interior del globo del ojo (fig. 85).

§ 232. **Mecanismo de la visión.** — Hemos dicho que por intermedio de la luz obran sobre nuestra vista los cuerpos que se hallan á nuestro rededor. Los que emiten luz, el sol y los cuerpos en ignición, verbigracia, son visibles por sí mismos; pero los demás no poseen esta propiedad sino cuando la luz que cae sobre ellos la reflejan de forma que llegue hasta nosotros.

Este agente se mueve con una velocidad extrema: no puede obrar sobre nuestros sentidos sino hiriendo la retina, situada en el fondo del ojo; los cuerpos opacos la reflejan ó la absorben; pero los cuerpos transparentes, como el aire atmosférico y el agua, le dan fácil paso [1].

Vese pues, que la primera condición para el ejercicio de la visión es la ausencia de todo cuerpo opaco entre los objetos exteriores y el fondo de nuestro ojo: por eso la córnea, que cubre la parte anterior de este órgano como un cristal de reloj, es completamente transparente, y la luz que la atraviesa y que pasa por la abertura de la pupila, llega fácilmente á la retina, pues no encuentra en su camino sino el cristalino, que es diáfano, y humores que igualmente lo son.

Pero en algunas enfermedades sucede de otro modo, y á la pérdida de transparencia sucede siempre la ceguera: en la afección conocida con el nombre de *catarata*, por ejemplo, el cristalino se vuelve opaco, oponiéndose así al paso de la luz; y cuando manchas blancas ó *nubes* se forman sobre la córnea, esta membrana se convierte igualmente en una especie de pantalla que impide á los rayos luminosos de penetrar en el ojo y que hace la visión imposible.

Las partes diáfanas del globo del ojo no sirven solamente para dar paso á la luz. Su principal función es la de cambiar la dirección de los rayos que penetran en este órgano, á fin de reunirlos en un punto cualquiera de la retina: en efecto, el interior del ojo se parece bastante exactamente al aparato de óptica conocido con el nombre de *cámara oscura*, y la imagen de los objetos que nosotros vemos se dibujan sobre la retina como sobre la pantalla colocada detrás del referido aparato [2].

---

[1] La luz que hiere un cuerpo transparente no lo atraviesa toda; una parte más ó menos grande es reflejada, y por esta propiedad desempeñan estos cuerpos más ó menos bien las veces de espejos.

[2] Para hacer comprender iesta parte del estudio de la visión es indispensable recordar algunos principios de física.

La luz marcha ordinariamente siguiendo una línea recta, y los diferentes

§ 233. Cuando un haz de rayos luminosos hiere la córnea, ésta refleja una parte de él, mientras que el resto la atraviesa; la luz reflejada de este modo por la córnea es la que da su brillo á los ojos y que hace que uno pueda mirarse en ellos. Los rayos que penetran en esta lámina transparente pasan á un cuerpo mucho más denso que el aire: son, por consiguiente, refractados y acercados á la perpendicular ó al eje del haz con tanta más fuerza cuanto más convexa sea la superficie de la córnea; pues cuanto más convexa sea esta membrana, más agudo será el ángulo que forman los rayos divergentes que hieran su superficie.

Si, después de haber atravesado la córnea, encontrasen aire los rayos luminosos, se refractarían con tanta fuerza como á su

---

rayos que parten de un punto cualquiera se van separando entre sí cada vez más á medida que se adelantan en el espacio. Cuando estos rayos caen perpendicularmente sobre la superficie de un cuerpo transparente, atraviesan éste sin variar de dirección; pero cuando caen sobre él oblicuamente, se desvían siempre más ó menos de su dirección primitiva. Si el cuerpo en el cual penetran es más denso que aquel de donde salen, si pasan del aire al agua ó al cristal, verbigracia, forman un codo y se acercan á la perpendicular en el punto de inmersión; si, al contrario, pasan de un medio más denso á otro más raro, se separan de dicha perpendicular, y estas desviaciones son tanto mayores, cuanto más oblicuamente caigan sobre la superficie del cuerpo transparente.

Este fenómeno, que se conoce con el nombre de *refracción de la luz*, es fácil de comprobar. Á causa de estos cambios en la dirección de los rayos luminosos, cuando pasan del agua al aire, sucede que un bastón derecho, introducido la mitad en el citado líquido, parece siempre como si tuviese un codo en el punto de inmersión. Y si se pone una moneda (figura 101, *a*) en el fondo de un vaso vacío, de modo que el borde de éste se eleve lo bastante para que impida al ojo del observador percibir dicho objeto, bastará, para volverlo visible, llenar el vaso de agua (*c*), pues entonces los rayos de luz que parten de la pieza, en lugar de seguir siempre la línea recta, serán refractados al pasar del agua al aire y se alejarán de la perpendicular: luego, cambiando así de dirección, los rayos (*d* ó *b*) que antes pasaban por encima del ojo del observador, vienen á herir á éste.

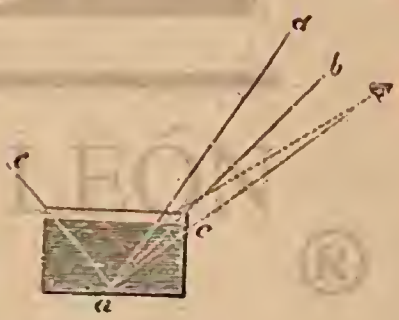


Fig. 101.

Hemos dicho que los rayos luminosos se acercan á la perpendicular en el punto de contacto, siempre que penetren oblicuamente en un cuerpo más denso que aquel de donde salen. De lo que resulta que la forma de estos cuerpos influye mucho en la marcha de la luz que los atraviesa: según sea la superficie convexa ó cóncava, se acercarán ó separarán los rayos entre sí.

Algunos ejemplos harán comprender fácilmente esta proposición. Supongamos que tres rayos divergentes, partidos del punto *a*, atraviesan el aire y vienen á herir una lente de superficie convexa, como la línea *bb*, (fig. 102).

entrada en dicha membrana, pero en sentido contrario; volverían á tomar, por consiguiente, su dirección primitiva. Pero el humor acuoso que llena la cámara anterior del ojo tiene un poder refringente mucho mayor que el aire, de modo que al entrar en él los rayos se separan menos entre sí que lo que se habían acercado en su paso del aire á la córnea; la acción de estas partes vuelve, por consiguiente, menos divergentes estos rayos que antes de su entrada en el ojo, y hace que una cantidad más considerable de luz llegue á la abertura de la pupila.

Una gran parte de la luz que llega al fondo de la cámara anterior del ojo encuentra el iris y es absorbida ó reflejada al exterior por este cuerpo; la que hiere la pupila penetra sola hasta el fondo del ojo, siendo la cantidad tanto más considerable, cuanto mayor sea la abertura. Así, cuando es débil la luz que hiere el ojo, se dilata la pupila, mientras que se contrae bajo la influen-

---

El rayo *ac* herirá perpendicularmente la dicha superficie y por consiguiente atravesará la lente sin experimentar desviación; pero el rayo *ad*, al herir oblicuamente la superficie, será refractado y acercado á la perpendicular tirada al punto de inmersión; ahora bien, esta perpendicular tendrá la dirección de la línea de puntos *e*, y, al acercarse, el rayo luminoso, en vez de

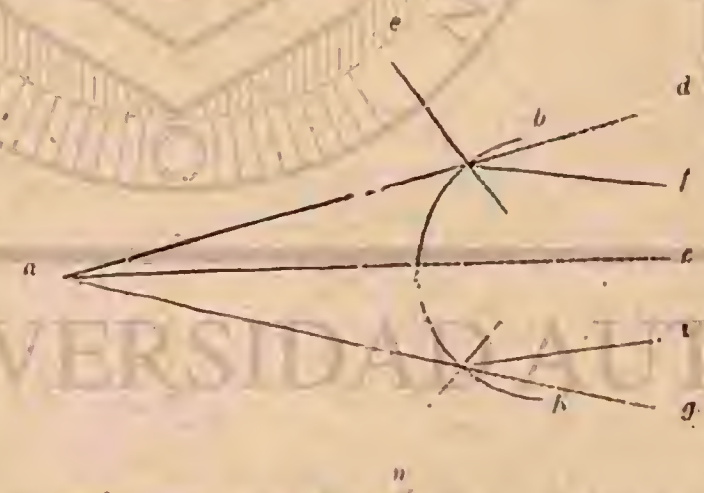


Fig. 102

seguir su dirección hacia el punto *d*, seguirá la línea *f*. Lo mismo sucederá al rayo *ag*, que al continuar su camino, se acercará á la perpendicular *h*, y se dirigirá hacia el punto *i*, en vez de dirigirse en línea recta hacia el punto *g*. Otros rayos que vinieran á herir la lente serían refractados de modo análogo; y por consiguiente, en lugar de continuar separándose entre sí, se acercarán y hasta podrán reunirse en un mismo punto, que se llama *foco* de la lente.

Si la superficie del cristal, en vez de convexa, es cóncava, los rayos luminosos no se acercarán al eje del haz, como en el caso precedente, sino que

cia de una luz viva; el iris, como se ve, es el regulador de la cantidad de luz que debe llegar hasta la retina, debiendo observarse que en los animales que persiguen su presa después de la puesta del sol es en los que es más dilatable la pupila.

Los rayos de luz que han atravesado la pupila hieren el cristalino, especie de lente diáfana que de nuevo cambia la dirección de ellos haciéndoles converger hacia un punto llamado foco, en el cual se reunen. Ahora bien, este foco se encuentra precisamente en la superficie de la retina, y de este modo los rayos luminosos enviados al ojo de diversos puntos de un cuerpo colocado á distancia se reunen sobre esta membrana nerviosa, de manera que reproducen en pequeño la imagen del objeto de donde emergen.

§ 234. Es fácil asegurarse por experimentos que del modo dicho se forman las imágenes en el fondo del ojo: basta tomar un ojo de conejo ó de paloma, cuya esclerótica es casi transparente, ó, mejor aún, ojos de animales albinos, y poner delante

---

al contrario se separarán aún más. El rayo *ad* (fig. 103), por ejemplo, deberá acercarse de la perpendicular en el punto de contacto, la cual tendrá la di-

Fig. 103.

rección de la línea de puntos *e*, y, desviándose así, este rayo tomará la dirección de la línea *f*. El rayo *ag* se acercará igualmente á la perpendicular *h*, de modo que tome la dirección de la línea *i*.

La desviación que los rayos luminosos experimentan al atravesar del modo indicado las lentes convexas ó cóncavas es tanto mayor, cuanto más grande sea la curvatura de la superficie de estos cuerpos; la simple inspección de las figuras de las cuales acabamos de servirnos bastará para hacer comprender que así debe de ser, pues cuanto mayor sea la curvatura de la superficie que hieran los rayos divergentes, más se alejarán de la dirección de estos mismos rayos las perpendiculares en el punto de inmersión.

La física nos enseña también que los cuerpos transparentes refractan la luz con tanta más fuerza cuanto más densos son (esto es, que teniendo un mismo volumen, tengan mayor peso) y se hallen formados de materias más combustibles

de la cornea un objeto muy iluminado, una bujía encendida, por ejemplo, para ver distintamente reproducirse la imagen en la retina.

Las imágenes que se forman de esta forma son siempre invertidas, y la causa de tal fenómeno es fácil de encontrar. En efecto, si se observa la marcha que los rayos luminosos que parten de las dos extremidades de un objeto (fig. 104, *a*, *c*) deben seguir para llegar á la retina, se ve que deben siempre cruzarse antes de llegar; y que, por consiguiente, el que emerge de la extremidad superior del objeto (*a*) se encontrará en la parte inferior del espacio ocupado en la retina por el haz entero de rayos que forman

Fig. 104.

la imagen (*b*), mientras que el que viene de la extremidad inferior del objeto (*c*) ocupará la parte superior del mismo espacio (*d*): lo mismo sucederá á todos los demás rayos, de lo cual resulta que en el fondo del ojo aparezca el objeto invertido.

§ 235. La materia negra que se halla detrás de la retina, y que cubre todo el fondo del ojo, lo mismo que la faz posterior del iris, sirve para absorber la luz inmediatamente después que ha pasado la retina; si esta luz fuese reflejada hacia otros puntos de esta membrana, perturbaría considerablemente la vista é impediría la formación de imágenes bien claras en el fondo del ojo. Por eso en los hombres y animales albinos que carecen de este pigmento es extremadamente imperfecta la visión. Durante el día ven apenas para poder marchar, y sólo durante el crepúsculo, ó mejor aún la noche, es cuando su vista se vuelve clara.

§ 236. El globo del ojo sirve, como se ha visto, para conducir la luz y concentrarla en la retina; sirve como de una especie de anteojo. Pero es un instrumento de óptica más perfecto que todos los que los físicos han conseguido inventar; pues, á la vez que es en general acromático y que no presenta punto de aberración de esfericidad[1], su alcance puede variar considerablemente.

[1] La luz blanca está formada por la reunión de varios rayos elementales de diversos colores, que, estando separados, producen el espectro solar, y estos rayos no son igualmente refrangibles. De esto resulta que, cuando

En efecto, el hombre puede, por lo general, ver casi con tanta nitidez los objetos que se hallan á algunas pulgadas del ojo como los que están á una distancia muy grande de este órgano. En nuestros instrumentos de óptica, al contrario, la imagen que se forma en el foco de una lente adelanta ó retrocede, según la distancia á la cual se encuentra el objeto; hase, pues, supuesto que, para dar á nuestra vista alcances tan diferentes, el cristalino deberá acercarse ó alejarse de la retina, según las necesidades, y efectivamente así parece que sucede.

Pero el ojo no posee siempre en el mismo grado esta preciosa facultad: en ocasiones no se puede ver distintamente sino á distancia de muchos pies; más cerca son confusas todas las imágenes, y otras veces, al contrario, la vista no es clara sino cuando los objetos están á distancia de algunas pulgadas del ojo, y todo lo que se encuentra más lejos parece como envuelto en una nube.

La primera de estas imperfecciones, conocida con el nombre de *presbicia*, depende de un efecto de convergencia en los haces luminosos que atraviesan los humores del ojo. Los rayos que llegan á este órgano, de un objeto muy alejado, divergen muy poco,

---

se hace pasar la luz blanca á través de un cuerpo que la refracta, es más ó menos completamente descompuesta, y los objetos que la proyectan parecen tener los colores del espectro solar: pero si el cuerpo que refracta la luz se compone de varias capas dotadas de fuerzas refringentes diversas, es posible que los rayos elementales, que han sido muy separados de su camino por una de esas capas, no lo sean bastante por otra, y, que compensándose estas diferencias, no haya, en último resultado, ninguna descomposición semejante en la luz refractada, y, por consiguiente, ninguna producción de colores.

Llámase *acromatismo* esta propiedad de desviar la luz de su marcha sin desarrollar los colores, y por consiguiente las lentes acromáticas son las que forman en su foco imágenes incoloras ó que no tienen sino los colores del objeto representado. Obtiénense las lentes acromáticas combinando diferentes vidrios, de los cuales corrijan unos la dispersión de la luz producida por los otros, de manera que reunan todos los rayos en un mismo foco. Es probable que el acromatismo del ojo dependa de alguna disposición análoga; mas los físicos no están de acuerdo en la explicación de este fenómeno: unos piensan que depende de la diversidad de humores de aquel órgano; otros lo atribuyen á las diferencias de densidad que existen en las distinta capas del cristalino.

La *aberración de esfericidad* consiste en la reunión de los rayos que hieren diferentes partes de una lente en focos sensiblemente diferentes, de donde resulta un defecto de nitidez en las imágenes. Cuando las lentes son muy convexas, los rayos que pasan cerca de los bordes no se reunen en el mismo foco que los que atraviesan la parte central del instrumento; y, para obtener imágenes nítidas, es necesario interceptar el paso de los primeros colocando delante de la lente un diafragma agujereado. Ahora bien, las imágenes que se forman detrás del cristalino del ojo nunca son difusas, y se atribuye esta ausencia de aberración de esfericidad al iris, que desempeña la función de los diafragmas que se colocan en el interior de los anteojos.

y pueden ser reunidos en el punto en que se encuentra la retina, aunque la fuerza refringente del ojo no sea considerable; pero los que emergen de un objeto muy próximo divergen mucho, y la fuerza refringente del ojo se encuentra muy débil para acercarlos de modo que se reunan en un punto determinado de la retina. Por esto les présbites tienen ordinariamente la pupila contraída como si hicieran un esfuerzo continuo para no dejar entrar en los ojos sino los rayos que hieren el centro del cristalino, y que no tienen necesidad de ser muy desviados de su camino para reunirse detrás del cristalino en el punto ocupado por la retina.

Este defecto de poder refringente en el ojo parece obedecer, en general, á un achatamiento de la córnea ó del cristalino, circunstancias que efectivamente deben tender á producir el presbitismo, y que se presenta casi siempre en los ancianos.

La *miopia* resulta de un efecto contrario: los rayos que atraviesan el ojo son en este caso desviados de su camino con tanta fuerza, que á menos de ser muy divergentes, se cruzan antes de llegar á la retina. Esta imperfección del órgano visual depende, por lo general, de convexidad demasiado grande de la córnea ó aun del cristalino; pero también puede ser consecuencia de la costumbre que el ojo tome de adaptarse á la visión á corta distancia, y de este modo, por el uso de cristales de aumento, es posible volverse miope voluntariamente, estratagema de que se han servido algunos jóvenes para conseguir la exención del servicio militar.

Obsérvase que las personas que tienen la vista muy corta se vuelven menos miopes á medida que avanzan de edad. Y esto se comprende fácilmente, porque la secreción de los humores del ojo son siempre menos abundantes durante la vejez; luego, esta diminución, que tiende á hacer menos convexa la córnea, vuelve la vista más larga; en la mayor parte de los casos determina la presbicie, pero éste no hace desde luego sino corregir los defectos del ojo y dar á la vista su alcance ordinario. De esto resulta que, generalmente, la vista de los miopes se mejora en la edad en que la de la mayoría de las personas se debilita; pero como la dicha diminución en la abundancia de los humores del ojo continúa siempre, llega un tiempo en que el ojo del miope se hace también poco refringente, y su vista, por consiguiente, demasiado larga, es decir como la de un présbite.

Para corregir tales defectos naturales del ojo, se emplean medios cuya eficacia viene á confirmar la explicación que acabamos de dar de la causa de la miopia y de la presbicia. Colócanse delante de los ojos cristales cuyas superficies están dispuestas de modo que aumentan ó disminuyen la divergencia de los rayos

que las atraviesan. Los miopes usan cristales cóncavos que tienden á dispersar la luz, y los présbites emplean cristales convexos que tienden al contrario á aproximar los rayos divergentes al eje del haz.

§ 237. Hemos dicho que el contacto de la luz sobre la retina, determina la visión; y efectivamente, cuando esta membrana se halla atacada de parálisis (estado que constituye la enfermedad conocida con el nombre de *gota serena*), está dicho sentido completamente destruído. Pero la sensibilidad de la retina es del todo especial: esta membrana nerviosa no goza sino muy poco ó nada de la sensibilidad táctil, y se puede tocarla y hasta pincharla y rasgarla en un animal vivo, sin que éste manifieste ningún signo de dolor.

Todos los puntos de la retina son aptos para recibir la impresión de la luz; pero la parte central de esta membrana tiene sensibilidad mucho más exquisita que el resto de ella, y sólo cuando las imágenes de los cuerpos exteriores se forman en esta parte, las vemos bien distintamente: por eso, cuando miramos un objeto cualquiera, tenemos cuidado de dirigir á él el eje de nuestros ojos.

Por lo demás, esta sensibilidad particular de la retina tiene sus límites: una luz demasiado débil no tiene acción sobre esta membrana, y una luz demasiado intensa la lastima imposibilitándola para obrar. Pero, respecto á esto, la influencia de la costumbre es extrema: cuando se ha permanecido mucho tiempo en la oscuridad, una claridad aunque sea muy débil deslumbra los ojos y hace que durante algunos instantes quede la retina incapacitada para desempeñar sus funciones, mientras que las personas acostumbradas á la claridad del día no experimentan estos mismos efectos sino mirando los objetos más brillantes, tratando, verbigracia, de mirar fijamente al sol.

Cuando se mira durante mucho tiempo el mismo objeto, sin cambiar de posición, no tarda en fatigarse el punto de la retina que recubre la imagen del mismo; y esta fatiga, llevada más allá de cierto límite, priva durante algún tiempo la parte que la experimenta de su sensibilidad habitual. Así, cuando miramos durante cierto tiempo una mancha blanca sobre un fondo negro y en seguida dirigimos la vista sobre un fondo blanco, creemos ver en él una mancha negra, porque el punto de la retina ya cansado por la luz blanca se ha vuelto insensible.

El cansancio que experimenta la retina por el ejercicio de sus funciones depende también en parte de los esfuerzos que se hacen para mirar los objetos colocados á nuestra vista. Si se trata de ver con atención cuerpos débilmente iluminados, se experimenta

pronto una sensación dolorosa en las órbitas y hasta en la cabeza.

También debe observarse que la impresión producida en la retina por el contacto de la luz persiste durante cierto tiempo después que ha cesado dicho contacto: además, cuando imágenes diferentes se dibujan sucesivamente en el mismo punto de dicha membrana, con bastante rapidez para que la impresión de una no haya desaparecido aún antes que la de otra comience, estas imágenes se confunden, y la sensación que de ellas resulta no difiere de la que dependiese de una sola y misma imagen. Por esta razón, cuando un cuerpo describe un círculo con mucha rapidez, parece que se ve un anillo, y cuando una rueda gira con velocidad no parece que tiene radios separados por intervalos, sino se asemeja á un disco.

§ 238. El nervio óptico, que, al dilatarse en el fondo del ojo, forma la retina, transmite al cerebro las impresiones producidas sobre dicha membrana por el contacto de la luz: por esto su sección determina inmediatamente una ceguera completa.

En los hemisferos del cerebro parece que reside la percepción de estas sensaciones, así como de tantas otras; pues cuando se destruyen se vuelve ciego inmediatamente el animal. Pero hay otras partes del encéfalo que ejercen también la mayor influencia sobre este sentido: los lóbulos ópticos ó tubérculos cuadrigéminos (pág. 148, fig. 85, *g*). Si se destruyen en un ave (donde estas partes están muy desarrolladas), se determina igualmente la ceguera, debiendo notarse que los animales que tienen la retina más desarrollada y los nervios ópticos más gruesos, son también en los cuales adquieren los dichos lóbulos mayor volumen y estructura más complicada; hasta se pueden considerar estos órganos como una dependencia de los nervios ópticos y como los lazos que los unen á los hemisferios cerebrales.

Pero lo que más admira en estos experimentos sobre el encéfalo, es observar que la destrucción del hemisferio cerebral ó del lóbulo óptico de un lado no determina la pérdida de la vista del mismo lado: el que ciega es el ojo del lado opuesto. La anatomía nos da, hasta cierto grado, la explicación de este hecho; pues los nervios ópticos, poco después de su salida del cerebro, se reunen y entrecruzan de modo que el que viene del lóbulo derecho envía una gran parte de sus fibras, ó todas, al ojo izquierdo, y viceversa (fig. 86).

§ 239. **Órganos motores del ojo.** — Al empezar el estudio de la visión, hemos dicho que el aparato encargado del ejercicio de este sentido se componía de una parte esencial, que es el globo del ojo y el nervio óptico, y de diversas partes accesorias destinadas á mover ó á proteger al primero.

§ 240. Los órganos motores destinados á hacer variar la dirección de los ojos son seis músculos que rodean el globo del ojo y que se insertan en la esclerótica por su extremidad anterior, mientras que por su extremidad posterior se fijan en los huesos situados detrás de dicho órgano (fig. 105). El globo del ojo mismo descansa sobre tejido celular grasiento sin adherirse mucho á él, resultando de esto que al contraerse cada uno de los músculos, lo atrae de su lado, de modo que obliga al ojo á girar sobre sí mismo y á cambiar la dirección de su eje.

Los nervios que dan movimiento á estos músculos pertenecen exclusivamente al aparato de la visión; son los del tercero, cuarto y sexto par (fig. 85). Unos están enteramente sometidos á la voluntad; otros obran á menudo con independencia de ella, y de la contracción de estos últimos depende que los ojos se vuelven hacia arriba en el síncope.

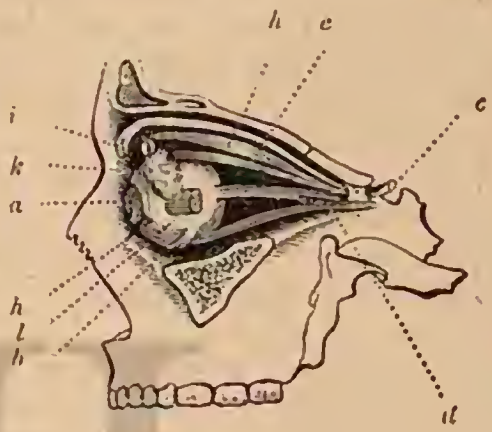


Fig. 105[1].

§ 241. **Partes protectoras del ojo.** -Las partes protectoras del aparato de la vista merecen también fijar nuestra atención. Las que primeramente debemos señalar son las cavidades óseas que contienen á los ojos y que se llaman *órbitas*. Estas son dos agujeros hondos que hay en la cara, formados por diversos huesos de la cabeza (fig. 115), y que tienen mucha grasa que constituye como un cojín elástico al rededor de cada ojo.

§ 242. Por delante se halla este órgano protegido por las cejas, por los párpados, y por un líquido especial, las lágrimas, que baña siempre su superficie.

Las cejas son dos salientes transversales formadas por la piel, que en este punto está guarnecida de pelos y provista de un músculo especial destinado á moverla. Sirven para proteger los ojos contra las violencias exteriores; impiden que el sudor que corre por la frente caiga sobre los ojos, irritando la superficie de ellos;

[1] Corte vertical de la órbita para mostrar la posición del ojo y de sus músculos: — *a*, cornea; — *b*, esclerótica; — *c*, nervio óptico, cuya extremidad opuesta penetra en el globo del ojo; — *d*, músculo recto inferior del ojo; — *e*, músculo recto superior del ojo; — *f*, porción del músculo recto externo del ojo: en el fondo de la órbita se ve la otra extremidad de este músculo, del que se ha separado toda la parte media para mostrar el nervio óptico situado *etrás de ella*; — *g*, extremidad del músculo oblicuo menor;

y en fin, les libra de la impresión de una luz demasiado intensa, sobre todo cuando ésta emerge de un punto elevado.

§ 243. El hombre y todos los demás animales mamíferos tienen dos *párpados*, situados uno por encima del otro, y distinguidos, por esta razón, en superior y en inferior. Son dos especies de túnicas movibles colocadas delante de la órbita y cuya forma se acomoda á la del globo del ojo, de modo que al aproximarse cubren completamente la faz anterior de este órgano. Exteriormente están formadas por la piel que en este punto es finísima, semitransparente y sostenida por una lámina libro-cartilaginosa (*cartílago tarso*). Su faz interna se halla cubierta por una membrana mucosa llamada *conjuntiva*, que se proyecta sobre el globo del ojo, cubre toda la parte anterior de la esclerótica y se confunde con la córnea transparente. El borde libre de los párpados está guarnecido de una línea de pestañas y presenta detrás de estos pelos una serie de agujeritos que comunican con las *glándulas de Meibomio*, folículos que se hallan en el espesor de los cartílagos tarsos que sirven para secretar un humor especial, que, cuando se espesa y seca, como sucede á menudo después del sueño, se conoce con el nombre de *legañas*. Finalmente, se encuentran también en el espesor de los párpados músculos destinados á moverlos: uno de éstos rodea su abertura como un anillo y los contrae con más ó menos fuerza (*k*, fig. 12, p. 35); el otro se extiende del párpado superior hasta el fondo de la órbita y sirve para elevar esta túnica (fig. 105, *i*).

Los párpados impiden el acceso de la luz al ojo durante el sueño. Durante la vigilia, se acercan ó separan á fin de no dejar pasar sino la cantidad de luz necesaria á la visión, pero insuficiente para molestar la retina: también libran al ojo del contacto de los cuerpos extraños que están en suspensión en el aire, lo preservan de los choques por su oclusión casi instantánea, y se oponen á los efectos del contacto prolongado del aire por movimientos continuos que se suceden á intervalos casi iguales.

Una de las funciones de la conjuntiva es facilitar dicho movimiento, llamado *pestañeo*. Esta membrana, cuya sensibilidad es exquisita, secreta un humor que aumenta la lisura de su superficie y que suaviza el frotamiento continuo de la porción palpebral de la conjuntiva sobre la porción ocular; pero este líquido no es suficiente á tal objeto, y para que la conjuntiva llene convenientemente sus funciones, es necesario que su superficie se lubrifique continuamente por las *lágrimas*.

— *h*, músculo oblicuo mayor, cuyo tendón pasa por una pequeña garrucha antes de fijarse en la esclerótica; — *i*, músculo elevador del párpado superior; — *k*, glándula lagrimal.

§ 244. Las lágrimas, que se componen de agua con algunas milésimas partes de materia animal en disolución, y de las sales que se encuentran en todos los líquidos de la economía animal, se forman en una glándula bastante voluminosa situada debajo de la bóveda de la órbita, detrás de la parte externa del borde de esta cavidad y por encima del globo del ojo (fig. 105, *k*).

Esta *glándula lagrimal* vierte las lágrimas en la superficie de la conjuntiva por seis ó siete canalitos que desembocan en esta membrana, hacia la parte superior y externa del párpado superior. Las lágrimas se extienden en seguida por toda la superficie de la conjuntiva, impidiendo la desecación, y formando una capa uniforme, que da al ojo su tersura y brillantez. Deben también servir para evitar la evaporación de los humores del globo del ojo y la de los líquidos de que está empapada la córnea: y efectivamente, cuando después de la muerte cesan las lágrimas de extenderse del modo indicado por la superficie del ojo, no tarda éste en volverse blando y la córnea pierde su transparencia.

Las lágrimas que no se evaporan, ó que no son absorbidas por la conjuntiva, pasan á las fosas nasales, atravesando conductos cuyas aberturas se ven en el borde libre de cada párpado cerca del ángulo interno del ojo, en el punto en que estos órganos se separan del globo del ojo para dirigirse á la *carúncula lagrimal*, cuerpos salientes y de color rosado formados principalmente de una agrupación de foliculillos. Estas dos aberturas, llamadas *puntos lagrimales*, son muy estrechas y comunican con conductos finísimos, situados en el espesor de los párpados, que se dirigen directamente hacia dentro para desembocar en el *conducto nasal*. Este último conducto se extiende desde el ángulo interno del ojo hasta el meato inferior de las fosas nasales, y atraviesa, para llegar á ellas, un conducto óseo practicado entre la órbita y la nariz.

En el estado ordinario, la absorción de las lágrimas por los puntos lagrimales se efectúa con mucha lentitud; pero cuando aquéllas son abundantes y corren por los ojos, su paso á las fosas nasales se hace tan rápido que á cada instante se experimenta la necesidad de sonarse. Algunas veces, en ciertas emociones vivas del alma, por ejemplo, la secreción de las lágrimas se vuelve tan abundante, que este líquido se desborda de los párpados y cae sobre las mejillas.

§ 245. La estructura del aparato de la visión y el mecanismo de la vista son, con poca diferencia, iguales en el hombre y en todos los demás mamíferos, lo mismo que en las aves, los reptiles, los batracios y peces. El ojo de algunos moluscos, tales como los pulpos, se parece igualmente mucho al nuestro; pero, en la

mayor parte de los animales de esta clase es muy diferente su estructura, y en los arácnidos, crustáceos é insectos, apenas tienen estos órganos algunos puntos de semejanza con los ojos de los animales superiores. Más adelante haremos conocer estas particularidades.

MOVIMIENTOS.

Contracción muscular.

§ 246. Las diversas modificaciones de la facultad de sentir que hemos estudiado en las precedentes lecciones hacen al hombre y á los animales aptos para conocer lo que les rodea; pero sus relaciones con el mundo exterior no consisten solamente en tales fenómenos, en cierto modo pasivos. Dichos seres pueden también obrar sobre los cuerpos extraños, imprimirles cambios materiales, moverse, y á veces hasta expresar de modo más ó menos preciso sus sentimientos ó sus ideas.

Esta nueva serie de funciones, en las que vamos ahora á ocuparnos, dependen esencialmente de una propiedad que no es menos general en los animales que la sensibilidad: la *contractilidad*.

Dase este nombre á la facultad que tienen ciertas partes de la economía animal de acortarse de pronto y de extenderse alternativamente.

En algunos animales de estructura extremadamente sencilla, como las hidras (fig. 10), todas las partes del cuerpo parecen susceptibles de contraerse de este modo; pero, por poco que uno se eleve en la serie de los seres animados, se ve á esta facultad convertirse en atributo de órganos especiales, que se llaman *músculos*. Estos músculos, que son los instrumentos activos de todos nuestros movimientos, forman la mayor parte de la masa del cuerpo, y constituyen lo que vulgarmente se llama carne. Su color es en general blanquizco; en algunos animales, son, al contrario, de color rojo más ó menos intenso; pero este color no les pertenece propiamente á ellos y depende sólo de la sangre que contienen.

§ 247. **Estructura de los músculos.** — Cada músculo está formado por la reunión de cierto número de manojos musculares, que están unidos por tejido celular y compuestos de manojos más pequeños; éstos á su vez se hallan formados por manojos de menor volumen, y, de división en división, se llega á fibras de una

tenuidad extrema, que son rectas, dispuestas paralelamente entre sí, y que, vistas con un microscopio poderoso, parecen en general formadas cada una por una serie de discos pequeñitos. Después de la muerte el tejido muscular es blando y fácil de rasgar; pero durante la vida es muy elástico y resistente. En fin, se compone esencialmente de una materia que ya hemos encontrado en la sangre, y que los químicos llaman *fibrina ó sintonina*. Encuéntrase también en el músculo albúmina, creatina y algunas sales.

§ 248. Bajo la influencia de ciertas causas excitantes, las fibras musculares se contraen bruscamente, y al mismo tiempo se ve á los manojos que forman hacerse más gruesos y duros que en el estado de aflojamiento. Todos pueden observar en sí mismo este fenómeno: basta para ello ejecutar un movimiento cualquiera y observar los cambios que sobrevienen en los músculos puestos en acción para producirlo. Si se dobla con fuerza el antebrazo sobre el brazo, por ejemplo, se verá en el acto que los músculos de la parte anterior del brazo aumentan de volumen y se endurecen.

El mecanismo por el cual se efectúa la contracción muscular no se conoce bien aún. Por medio del microscopio, se ha llegado á conocer que en el momento en que este fenómeno se manifiesta, las estrias transversales fáciles de observar en la mayor parte de las fibras carnudas, se acercan[1]. Luego, esta aproximación determina necesariamente una contracción correspondiente en la longitud total de los músculos. Las dos extremidades de éstos se acercan, pues, y como se hallan insertadas en las partes destinadas á ser puestas en movimiento, por su acción deben necesariamente llevarlas tras sí; y, en efecto, así operan ellas el cambio de posición.

§ 249. Esta inserción de los músculos sobre las partes movibles no se verifica directamente; sino que se efectúa por medio de una sustancia intermediaria, de textura fibrosa, que penetra en la sustancia de dichos órganos, de manera que envían un prolongamiento á cada una de las fibras de que se componen. Unas veces es blanco y nacarado este tejido fibroso, toma la forma de una membrana, y se le da el nombre de *aponeurosis;* otras se

[1] Cuando se publicó la primera edición de esta obra, pensaban los fisiólogos que la contracción muscular dependía de un plegamiento en zigzag que se observa á menudo en las fibras de un músculo en acción, pero nuevos trabajos han demostrado que este plegamiento es un accidente, y no la causa del fenómeno: pues se ha adquirido la evidencia que se manifiesta en las fibras que no se contraen á la vez que las que están próximas, y que, encontrándose en dicho caso más largas que aquellas á que están adheridas, están obligadas á arrugarse.

perece á un cordón más ó menos largo y constituye lo que los anatómicos llaman *tendones*[1].

§ 250. **Influencia del sistema nervioso en la contracción muscular.** — Más atrás hemos dicho que la contractilidad pertenece especialmente á las fibras musculares. *Los músculos son, en efecto, las únicas partes de la economía que, en los animales superiores, poseen la facultad de contraerse; pero comunmente esta propiedad no se pone en juego sino por la influencia del sistema nervioso.*

§ 251. **Influencia de los nervios.** — Cada manojo muscular recibe uno ó más nervios. Estos nervios, que están envueltos en una especie de vaina llamada *neurilema*, se componen, como ya hemos dicho, de numerosos filamentos longitudinales, y estos filamentos se extienden por todo el músculo marchando casi paralelos entre sí y pasando transversalmente sobre las fibras musculares. Después de haber continuado así su trayecto durante algún tiempo, se ve que estas fibras nerviosas se encorvan, forman asas y se vuelven hacia al cerebro de manera que parece que forman con este órgano un círculo continuo (fig. 106).

Luego, cuando se corta el nervio que se distribuye del modo indicado en un músculo, separando así éste de la masa central del sistema nervioso, se impide á sus fibras el contraerse; se le *paraliza*. Aun basta comprimir el cerebro de un animal vivo para hacerle perder en el acto la facultad de ejecutar movimientos.

§ 252. Hanse hecho muchos trabajos para descubrir la naturaleza de la influencia que el sistema nervioso ejerce así sobre los músculos cuando determina su contracción. Los más célebres son los de un físico de Boloña, Galvani; pues á la vez que presentaron nuevos indicios sobre esta delicada cuestión, condujeron á uno de los más importantes descubrimientos del siglo pasado: el de la electridad voltaica.

Los trabajos de Galvani, de Volta y de algunos otros sabios han demostrado que siempre que ciertos cuerpos de naturaleza diferente, cobre y hierro, por ejemplo, se tocan, desarrollan *electricidad*, y que esta electricidad pasa con gran velocidad á través de ciertos cuerpos, tales como los nervios y los metales, que por esta razón se llaman cuerpos buenos conductores, mientras que es detenida por otros, tales como el vidrio y la resina.

Luego, cuando se ha paralizado un músculo por la sección del nervio que se dirige á él, se puede, durante cierto tiempo, suplir la falta de la acción nerviosa con la electricidad y deter-

[1] Los tendones y los ligamentos se llaman vulgarmente nervios, aunque nada tengan de común con los nervios verdaderos.

minar, por medio de este agente, contracciones semejantes á las que, en circunstancias normales, se verifican bajo la influencia de la voluntad.

La manera más cómoda de hacer estos experimentos es despojar una rana de la piel y cortarla al través al nivel de los riñones, después de coger los nervios lumbares y envolverlos en un pedazo de papel de estaño doblado; pónense en seguida los miembros abdominales sobre una placa de cobre, y cada vez que el estaño

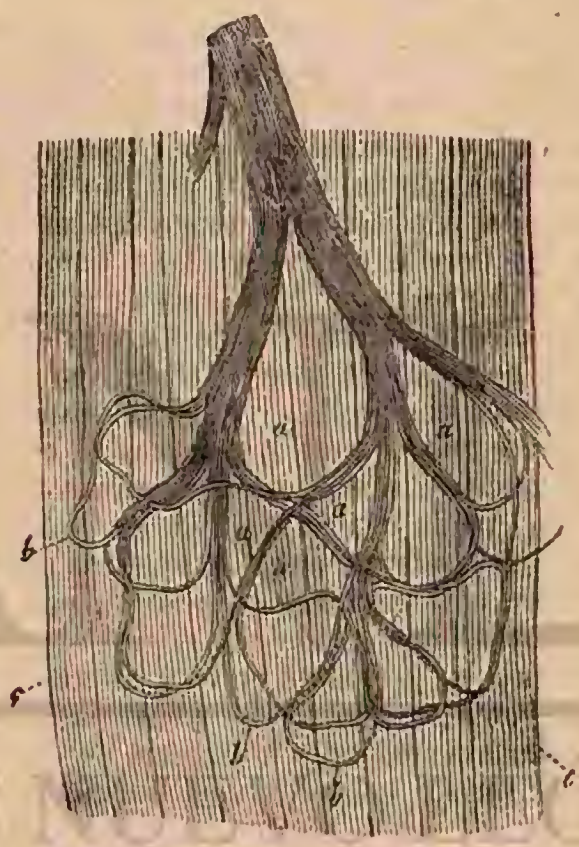


Fig. 106[1].

toque á este último metal, se verán contraerse los músculos; las patas se doblan y agitan, y esta mitad de rana parecerá que vuelve á la vida. Estos singulares efectos pueden producirse aún bastante tiempo después de la muerte del animal, y se observan

[1] Porción de un músculo visto por el microscopio y que presenta las ramificaciones terminales de un nervio (*a*) que forman asas (*b*) en medio de manojos constituídos por fibras musculares (*c*).

también en el hombre; pues haciendo pasar una corriente eléctrica á través de los cuerpos de algunos ajusticiados, se han visto agitarse con convulsiones sus cadáveres.

Un fenómeno análogo ocurre cuando, después de haber cortado un nervio á un animal vivo, se pincha ó quema la parte que ha quedado adherida á los músculos: éstos se contraen en seguida; pero por lo demás, este efecto parece que depende de la misma causa que las convulsiones producidas en los experimentos precedentes, pues se ha comprobado que, en todos estos casos, hay producción de electricidad.

Por lo que queda dicho se ve que las corrientes eléctricas obran sobre los músculos del mismo modo que la influencia nerviosa, y el conocimiento de este hecho ha conducido á muchos fisiólogos á pensar que esta influencia nerviosa misma no era otra cosa que el paso de algún fluido sutil, análogo á la electricidad, que se escaparía del encéfalo para esparcirse en los músculos, conducido por los nervios. Durante algún tiempo hasta se ha creído poder explicar todos los fenómenos de la contracción muscular por las propiedades conocidas de las corrientes eléctricas; pero esta teoría, por plausible que pareciera, no está de acuerdo con diferentes hechos comprobados recientemente y, por consiguiente, nos parece que es inútil detenernos en ella.

Como quiera que sea, vemos que la contracción no puede verificarse sino en el tejido muscular y que la acción del sistema nervioso es su causa determinante. Busquemos ahora cuáles son las funciones que las diversas partes de ese sistema desempeñan en la producción de tan importante fenómeno.

§ 253. Los músculos presentan entre sí diferencias muy grandes: unos no se contraen sino por la influencia de la voluntad; otros están igualmente sometidos al imperio de esta fuerza, pero su contracción se verifica también independiente de ella; en fin, existen otros aún en cuyos movimientos no tiene ninguna influencia la voluntad. Los músculos de los miembros, etc., pertenecen á la primera de estas tres clases; los del aparato respiratorio, á la segunda; y los del corazón, estómago, etc., á la tercera[1].

---

[1] Conviene tener presente que los músculos sometidos á la influencia de la voluntad difieren de la mayor parte de los músculos independientes de la voluntad por su estructura lo mismo que por sus funciones: en los animales superiores, los manojos de fibras de que se componen los primeros presentan siempre estrías transversales, mientras que la mayor parte de los últimos no las presentan; mas esta diferencia no es constante, pues las fibras del corazón se parecen, á este respecto, á las de los músculos cuyos movimientos dependen de la voluntad.

§ 254. *Todos los músculos cuyos movimientos pueden ser determinados por la voluntad reciben nervios del sistema cerebro-espinal.* Pero todos los nervios de este sistema no llenan dichas funciones: algunos, como ya hemos visto, pertenecen exclusivamente á la sensibilidad. Los nervios cerebrales de los pares tercero, cuarto, sexto, séptimo, noveno y undécimo (fig. 85) parecen, al contrario, estar exclusivamente afectados á los movimientos. En fin, los nervios cerebrales del quinto y décimo par, y todos los nervios que salen de la médula espinal, desempeñan estas funciones á la vez que sirven para la sensibilidad: su raíz posterior, como ya hemos visto, les da la facultad de trasladar las impresiones al cerebro (§ 203); y por su raíz anterior se propaga del cerebro á los músculos la influencia nerviosa necesaria para determinar los movimientos voluntarios.

Efectivamente, cuando se corta, en un animal vivo, las raíces anteriores de los nervios espinales, se privan las partes en que estos nervios se distribuyen de la facultad de contraerse voluntariamente, lo mismo que si se cortasen las dos raíces de dichos nervios.

§ 255. **Influencia del encéfalo.** — Cuando se divide la médula espinal, se destruyen igualmente los movimientos de todas las partes cuyos nervios salen por debajo de la sección, mientras que continúan moviéndose aquellas cuyos nervios están aún en comunicación con el cerebro. Pero si, en vez de hacer el experimento, del modo indicado, en la médula espinal, se hace en el cerebro, extrayéndole ó comprimiéndole de modo que se le impida desempeñar sus funciones, se paralizan al mismo tiempo todos los músculos de los movimientos voluntarios.

Parece también que ciertas partes del sistema nervioso ejercen sobre los movimientos una influencia de otro género. Así, Magendie ha comprobado que, cuando se corta la parte del cerebro designada por los anatómicos con el nombre de *cuerpos estriados*, pierde el animal el dominio de sus movimientos y parece empujado hacia delante por una fuerza interior á la cual no puede resistir: se lanza adelante, corre con rapidez, y se detiene al fin, pero parece que no puede retroceder. Si, al contrario, se hieren los dos lados del cerebelo en un mamífero ó un ave[1], se le ve en seguida caminar, nadar y hasta volar hacia atrás, sin poder dirigirse hacia delante jamás.

Cuando estas lesiones se practican en un solo lado, se observan otros fenómenos que, á primera vista, parecen muy singu-

[1] Según los experimentos de Magendie parece que no se observan los mismos efectos en los reptiles, batracios y peces.

lares, pero que son consecuencias de los efectos de que acabamos de tratar. Así, cuando se corta verticalmente uno de los lados del cerebelo, ó de la protuberancia anular, se echa el animal á rodar lateralmente, girando sobre el lado herido, y á veces con tal rapidez, que da más de sesenta vueltas por minuto.

Según estos curiosos experimentos y según los trabajos sobre el mismo asunto, hechos por Flourens y por algunos otros fisiólogos, se cree que *el cerebelo y las partes próximas del encéfalo tienen, además de otras funciones, la de regular los movimientos de la locomoción.*

Los movimientos que, á la vez que sometidos al imperio de la voluntad, se verifican también independientemente de esta influencia, parece que dependen entonces de la acción de la médula oblongada. En efecto, cuando el cerebro no llena sus funciones, y que, por consiguiente, no existe la voluntad, los músculos del aparato respiratorio continúan obrando como si sus movimientos pudiesen estar regulados por esta fuerza; mas cuando se destruye dicha parte de la médula, dejando intacto el cerebro, se detienen en el acto [1].

§ 256. **Influencia del sistema ganglionar.** — *En cuanto á los músculos cuyas contracciones son enteramente independientes de la voluntad, reciben sus nervios del sistema ganglionar*, y parece que en este sistema reside su principio de acción; pues, si se mantiene la respiración por medios artificiales, se puede destruir todo el encéfalo, lo mismo que la médula espinal, sin detener los latidos del corazón ó las contracciones peristálticas de los intestinos.

§ 257. De esta suerte, resumiendo los hechos precedentes, se ve que, en la producción de un movimiento, lo mismo que en el fenómeno de la sensibilidad, existe una división de trabajo muy notable. Cuando lo que determina un movimiento es la voluntad, parte la impulsión del cerebro; los nervios la conducen á los músculos, y éstos, contrayéndose, ejecutan, por decirlo así, las órdenes transmitidas; pero, para coordinar su acción, estas órdenes es preciso que sean regularizadas, y el cerebelo ó las partes próximas del encéfalo son las designadas para este objeto. En fin, la causa determinante de los movimientos cuyo curso no es dueño de interrumpir el animal no depende de la acción del ce-

---

[1] Flourens ha comprobado que la facultad de excitar de este modo los movimientos respiratorios tiene su asiento en la porción de la médula oblongada que se halla inmediatamente debajo del nacimiento de los nervios neumogástricos, y que este fisiólogo ha llamado punto vidal.

rebro, instrumento especial de la voluntad, sino que reside en otros órganos, tal como la médula oblongada, y probablemente también, en los centros nerviosos del sistema ganglionar.

§ 258. **Duración y fuerza de las contracciones musculares.** — La contracción de la fibra muscular es un fenómeno esencialmente intermitente. Los músculos no pueden permanecer en estado de contracción constante, y, al cabo de un espacio de tiempo más ó menos largo, se aflojan necesariamente. Así, el corazón, cuya acción no se detiene sino con la vida, se contrae y se reposa alternativamente; pero, en los músculos sometidos al imperio de la voluntad, estas mismas contracciones, interrumpidas por reposos más ó menos aproximados, no pueden continuarse más de cierto tiempo, pues producen una sensación de lasitud que aumenta hasta hacerse imposibles estos movimientos, no disipándose esta sensación sino con el descanso.

La prontitud con la cual se manifiesta la fatiga muscular varía mucho, según los individuos; pero en igualdad de circunstancias, está en relación con la intensidad de las contracciones, duración de cada una de ellas, y rapidez con que se suceden.

La fuerza desplegada por la contracción de un músculo depende de la textura de este órgano y de la energía nerviosa del individuo. Los músculos más gruesos, más apretados y más rojos son susceptibles de contraerse con más fuerza que los músculos delgados, blandos y pálidos; pero sólo cuando tales condiciones se reunen con una fuerza nerviosa muy grande pueden producir aquellos órganos los mayores efectos, y casi siempre son en sentido inverso. Por la sola influencia de la acción del cerebro, puede llevarse á un grado extraordinario la energía de las contracciones musculares: conócese la fuerza de un hombre encolerizado y la de los maniacos; y cuando, en el estado natural de la economía, se une una energía nerviosa análoga, á un gran desarrollo material del sistema muscular, resultan efectos admirables, de los cuales nos ha transmitido la antigüedad relaciones, hablando de sus atletas, y que vemos algunas veces en los gimnastas de nuestros días.

DE BIBLIOTECAS

APARATO DEL MOVIMIENTO EN GENERAL.

§ 259. La contracción muscular ha desempeñado un papel importante en muchas funciones de las que hemos tratado; pero el asunto que vamos ahora á estudiar se relaciona con ella más directamente: pues vamos á empezar el estudio de los movimientos generales y parciales de nuestro cuerpo, movimientos de los cua-

les dependen las actitudes, la locomoción y un sinnúmero de fenómenos enteramente mecánicos.

En los animales inferiores, todos los músculos se insertan en la membrana tegumentaria, que es blanda y flexible: obrando sobre ella es cómo modifican la forma del cuerpo, de manera á hacerlo mover todo ó parte. Pero en los animales de estructura más perfecta, se complica más el aparato motor, y se compone no solamente de músculos, sino también de un sistema de piezas sólidas que sirve para aumentar la precisión, la fuerza y la extensión de los movimientos, á la vez que determina la forma general del cuerpo, y protege las vísceras contra las violencias exteriores.

§ 260. Esta especie de armadura sólida á la cual se ligan los músculos, se llama *esqueleto*. En ciertos animales, como los insectos y los cangrejos, está situada al exterior, y no consiste sino en una modificación de la piel; pero en el hombre y en todos los animales que se acercan á él (á saber: los demás mamíferos, las aves, los reptiles, los batracios y los peces), está situado el esqueleto en el interior del cuerpo y se compone de partes que le pertenecen especialmente.

En algunos peces (tales como las rayas), está formado el esqueleto de una sustancia blanca, opalina, compacta, de apariencia homogénea, muy resistente y elástica, que se llama *cartílago*. Lo mismo sucede en el esqueleto del hombre y de otros animales vertebrados al principio de su vida; pero este estado, que es permanente en los peces de que acabamos de hablar, no es sino transitorio en dichos animales, y los cartílagos del esqueleto no tardan en cargarse de materias pétreas de naturaleza calcárea que los vuelven rígidos, quebradizos y muy duros, haciéndolos pasar al estado de *huesos*.

§ 261. **De los huesos.** — Para convencerse de que los huesos no son sino cartílagos endurecidos por el depósito de sales calcáreas en su interior, basta macerarlos durante cierto tiempo en un líquido especial llamado ácido muriático ó clorhídrico; este líquido posee la facultad de disolver las materias pétreas que contienen los huesos, mas no ataca el cartílago, de modo que así se separa éste de las sales que disfrazan sus propiedades [1].

---

[1] Según el análisis hecho por Berzelius, los huesos del esqueleto humano, completamente despojados de grasa, están compuestos (de 100 partes): de cartílago, 32,17; vasos, 1,13; fosfato básico de cal, con un poco de fluoruro de calcio, 53,04; carbonato de cal, 11,30; fosfato de magnesia, 1,16; y soda, con un poco de cloruro de sodio, 1,20. La parte cartilaginosa de los huesos está compuesta de oseína, que, por ebullición en agua, se transforma en ge-

La osificación del esqueleto comienza por una multitud de puntos que se extienden cada vez más: de esto resulta que el número de piezas óseas es al principio considerable; pero, por los progresos de la osificación, se unen muchas de ellas, de suerte que, en el animal adulto, se encuentran menos huesos distintos que en el joven, y que, en la vejez extrema, se ven á menudo muchos de éstos soldarse unos con otros, y partes que hasta entonces habían permanecido cartilaginosas cargarse de materias calcáreas. La utilidad de este modo de desarrollo es fácil de comprender; para que la armadura sólida del cuerpo no se oponga á sus movimientos, es necesario siempre que se componga de numerosas piezas movibles; pero cuando estas partes deben prestarse al crecimiento de los órganos situados en su interior, es principalmente cuándo tal división es más necesaria.

La superficie de los huesos está siempre cubierta de una capa membranosa á la cual se da el nombre de *periostio*, y su sustancia se compone de fibras ó de laminillas fáciles de distinguir. Cuando estos órganos deben ocupar poco volumen y presentar mucha solidez, como sucede en los huesos planos que cubren la mayoría de las vísceras más importantes y delicadas, es extremadamente compacto el tejido óseo, pero cuando deben ocupar largo espacio y que dificultarían los movimientos si su peso fuese muy grande, su tejido no es denso y compacto sino en la superficie, y en su interior existen células grandes y hasta conductos llamados cavidades medulares, porque están llenas de *médula*. Finalmente este tejido mismo, examinado con el microscopio, parece formado sobre todo por tubos muy separados (llamados *ca-*

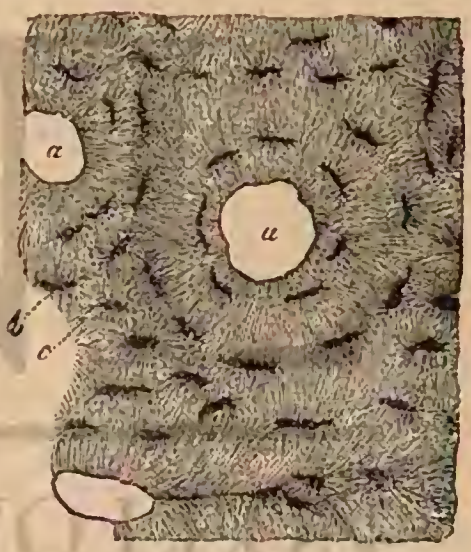


Fig. 107[1].

latina; por esto se emplea en la industria para la fabricación de engrudo, y en la economía doméstica para preparar caldos económicos.

[1] Parte de una tajada delgada de tejido óseo visto por el microscopio; — *a*, *canalículos vasculares* (ó conductos de Havers), que, al reunirse, forman una red de anchas mallas, y están rodeadas por laminillas (*c*) en cuyo espesor se ven multitud de *células óseas* (*b*) de donde salen los prolongamientos capilares llamados *canalículos óseos*.

naliculos óseos), ó por células ovoides rodeadas de laminillas concéntricas, llamadas por algunos autores *corpúsculos óseos:* en fin, entre estas partes se notan otros conductos mayores que comunican con las cavidades medulares, que contienen vasos sanguíneos y que han recibido el nombre de *conductos de Havers* (figura 107).

§ 262. La forma de los huesos varía mucho: distínguesele en huesos largos, cortos y planos. Sólo los primeros presentan cavidad medular; son siempre casi cilíndricos, y los tubos vasculares están dispuestos longitudinalmente. En los huesos planos son estos tubos paralelos á la superficie del hueso, y en los huesos cortos se hallan reemplazados por células. Nótanse con frecuencia en unos y otros salientes que sirven de puntos de inserción á los músculos ó á otras partes, y que, siempre que son grandes, las designan los anatómicos con el nombre de *apófisis*. Los huesos presentan también en su superficie depresiones más ó menos profundas, que sirven para contener partes blandas, ó para recibir otros huesos que deben moverse en estas cavidades, y en muchas partes se encuentran agujeros destinados á dar paso á vasos sanguíneos ó á nervios.

§ 263. **Articulación de los huesos.** — Dase el nombre de *articulación* á la unión de los diversos huesos entre sí. Los medios de unión que la naturaleza ha empleado varían mucho, según que los huesos deban conservar siempre entre sí las mismas relaciones, y permanecer fijos, ó bien ejecutar movimientos más ó menos extensos.

Cuando la articulación de los huesos no está destinada á permitir movimientos, puede existir de tres maneras: por *yuxtaposición*, por *engranaje* ó por *implantación*. Las articulaciones por simple yuxtaposición de las superficies articulares no se ven sino en ciertas partes del esqueleto, en donde la situación de los huesos es tal que no pueden variar de posición. En las articulaciones por engranaje (ó por *sutura*), presentan las superficies articulares una serie de asperezas y de cavidades angulosas que encajan recíprocamente: por eso pueden tener estas articulaciones mucha solidez, sin que sus superficies sean muy extensas. En fin las articulaciones por implantación, ó *gónfosis*, son aquellas en que un hueso ó un cuerpo análogo (un diente por ejemplo) está introducido en una cavidad abierta en el interior del hueso que le sirve de base: éstas son las articulaciones más sólidas, pero también las menos comunes.

§ 264. En las *articulaciones movibles*, no están los huesos unidos directamente entre sí, sino mantenidos en contacto por ligaduras que se extienden de un hueso al otro.

Unas veces están unidas estas superficies articulares por una sustancia cartilaginosa ó fibro-cartilaginosa intermediaria que se adhiere sólidamente á una y á otra, y no les permite moverse sino en razón de su elasticidad (es lo que se llama *articulación por continuidad*); otras ocasiones las superficies articulares resbalan una sobre otra y están mantenidas sólo por *ligamentos* [1], que las envuelven y que están dispuestos de manera que ponen límites á sus movimientos, lo mismo que por una *cápsula fibrosa* que se parece á una birola. Esta clase de unión constituye lo que los anatómicos llaman *articulación por contigüidad* (fig. 108), y se ve siempre donde los movimientos deben ser muy extensos. Las superficies que articulan de este modo son siempre extremadamente lisas y encostradas de una lámina cartilaginosa que aumenta más su pulimento. Pero los citados no son los únicos medios empleados por la naturaleza para disminuir el frotamiento en las articulaciones, pues ha colocado una especie de bolsa membranosa, llamada *bolsa sinovial*, que tiene analogía con las membranas serosas y que está llena de un líquido viscoso el cual permite que aquellas superficies resbalen fácilmente una sobre otra. Esta bolsa, que envuelve la articulación por todos lados, contribuye también de un modo eficaz á mantener los huesos en contacto, pues excluye los fluidos que los circundan de la cavidad que dichos cuerpos dejan entre sí, y por consecuencia éstos no pueden separarse sin determinar un vacío. De lo cual resulta que todo el peso de la atmósfera tiende á mantener estas superficies articulares en sus relaciones naturales; para convencerse de la influencia de esta circunstancia, basta conocer la dificultad que se experimenta para dislocar en un cadáver un hueso cuya articulación esté intacta y cuán fácil se vuelve esta operación desde que se hace una abertura á la mem-

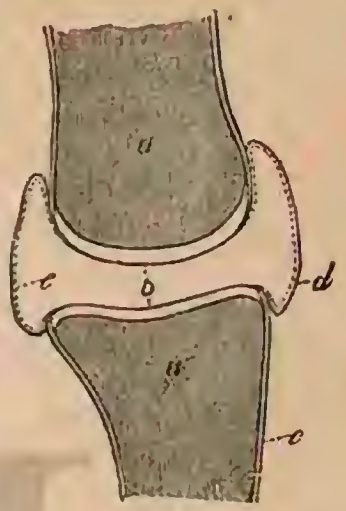


Fig. 108 [2].

[1] Dase el nombre de *ligamentos* á manojos de fibras elásticas análogos á los de los tendones, muy resistentes, redondos ó planos y de color blanco ó anacarado que ligan los huesos unos con otros.

[2] Figura teórica de una articulación por contigüidad: — *a*, *a*, los dos huesos; — *b*, láminas cartilaginosas que revisten su superficie articular; — *c*, periostio; — *d*, membrana sinovial; — *e*, capa epitélica que cubre la cápsula formada por esta membrana.

brana sinovial que permita la entrada del aire en la cavidad articular.

§ 265. **Acción de los músculos sobre de los huesos.** — Todos los músculos destinados á producir los grandes movimientos del cuerpo están fijados en el esqueleto por sus dos extremidades. De lo que resulta que al contraerse deben mover al hueso que les presente menos resistencia y atraerlo hacia el que permanece inmóvil y que le sirve de punto de apoyo para mover el primero. Ahora bien, en la mayoría de los casos, los huesos son tanto más movibles, cuanto más lejos de la parte central del cuerpo se hallen colocados: además, los músculos que se fijan en dos de ellos obran, en general, sobre el más alejado, y se ve siempre á los músculos destinados á mover un hueso extenderse de este órgano hacia el tronco. Así es que, los músculos que sirven para mover los dedos ocupan la palma de la mano y el antebrazo; los que doblan el antebrazo sobre el brazo ocupan éste, y los que mueven el brazo sobre el hombro están colocados en el hombro mismo ó en el pecho.

En ciertas circunstancias, sin embargo, estos músculos mueven los huesos que, en los casos comunes, les sirven de punto de apoyo. Así, cuando el cuerpo se halla suspendido por las manos y tratamos de elevarnos, los músculos flexores del antebrazo, no pudiendo mover á éste, acercan el brazo y con él todo el cuerpo.

En general, la clase de movimiento determinado por la contracción de un músculo depende, por una parte, de la naturaleza de la articulación del hueso que mueve, y, por la otra, de su posición con este hueso; lo atrae siempre de su lado y le acerca al punto en que se encuentra insertada su extremidad opuesta. Así, los músculos que hacen doblar los dedos ocupan la faz palmar de la mano y del antebrazo, mientras que los destinados á extenderlos están situados del lado opuesto de este miembro.

Frecuentemente están dispuestos muchos músculos de manera que pueden concurrir á la producción de un mismo movimiento: llámaseles en este caso *congéneres*, y se da el nombre de *antagonista* de un músculo al que determina un movimiento contrario.

También se designan los músculos, por su acción, bajo los nombres de *flexores* y de *extensores*, de *aductores* y de *abductores*, de *rotadores*, etc.

§ 266. La fuerza con que se contrae un músculo depende de su volumen, de la fuerza de voluntad y de algunas otras circunstancias de que ya se ha hecho mención; mas el efecto producido por esta contracción depende también en gran parte de la manera como se encuentra insertado en el hueso que debe mover.

Así, en igualdad de circunstancias, *el movimiento determi-*

nado por la contracción de un músculo será tanto mayor, cuanto menos oblicuamente se inserte dicho músculo en el hueso movible. Cuando se inserta en ángulo recto, toda su fuerza se emplea en mover este hueso: pero, en el caso contrario, se pierde una parte más ó menos grande de dicha fuerza.

En efecto, si el músculo *m* (fig. 109) cuya fuerza suponemos igual á 10, se halla fijado perpendicularmente al hueso *l*, cuya extremidad *a* es movible sobre el punto de apoyo *r*, no tendrá que vencer sino el peso de este hueso; y lo llevará de la posición *ab* á la dirección de la línea *ac*, haciendo recorrer al punto en que se inserta un espacio que también representaremos por 10. Pero si el músculo obra oblicuamente sobre el hueso, en la dirección de la línea *nb*, por ejemplo, sucederá de otro modo, pues en este caso tendrá que conducirlo en la dirección *bn*, y por consiguiente acercarlo á la superficie articular *r*, sobre la que descansa la extremidad del hueso. Pero siendo ésta una parte inflexible, este movimiento no puede verificarse; el hueso no puede sino girar sobre el punto *r*, como sobre un quicio, y la contracción del músculo *n*, sin perder nada de la energía que le hemos supuesto, no podría llevar el hueso sino en la dirección *ad*; las tres cuartas partes de la fuerza que ha desarrollado se perderán y no producirá, por consiguiente, sino un movimiento para el cual bastaría la cuarta parte de su fuerza, si se hallase insertado, como el músculo *m*, perpendicularmente al hueso.

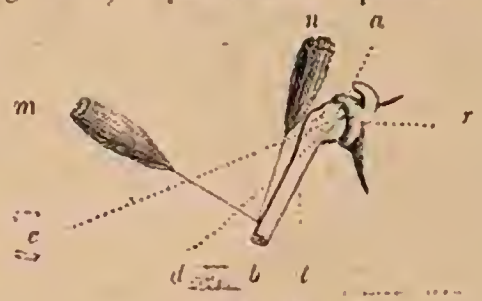


Fig. 109.

Ahora bien, en la economía animal, los músculos no se insertan, en su mayor parte, sino oblicuamente y, por lo mismo, de manera poco favorable á la intensidad de su contracción. A menudo existe sin embargo una disposición que tiende á disminuir la oblicuidad de su inserción: nos referimos á la dilatación que se encuentra en la extremidad de la mayor parte de los huesos largos, que sirve principalmente para dar más solidez á sus articulaciones. Los tendones (*i*) de los músculos (*m*) situados por encima de la articulación, se insertan, de ordinario, inmediatamente por debajo de dicha dilatación y llegan así sobre el hueso movible (*o*), siguiendo una dirección que se acerca más de la perpendicular, como uno puede convencerse

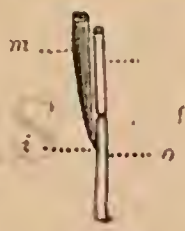


Fig. 110.

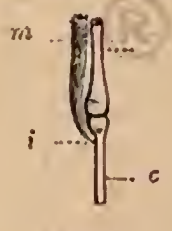


Fig. 111.

comparando la disposición del músculo *m* en la figura 111, donde estas dilataciones existen, y en la figura 110, en la cual se han representado las extremidades sin salientes semejantes.

§ 267. *La distancia que separa el punto de inserción del músculo del punto de apoyo sobre el cual se mueve el hueso, y de la extremidad opuesta de la palanca que este órgano representa, influye también poderosamente en los efectos producidos por su contracción.* Para explicar este hecho, es necesario que recurramos á la mecánica.

Los huesos, decimos, representan *palancas*, nombre que se da en física á toda barra inflexible que se mueve sobre un punto fijo, que se llama *punto de apoyo*. La fuerza que pone la palanca en movimiento se llama *potencia*, y la que se opone á su cambio de posición se llama *resistencia*. En fin, danse los nombres de *brazo de palanca de la potencia*, y *brazo de palanca de la resistencia*, á la distancia que separa el punto de apoyo del punto en que se hallan aplicadas una ú otra de estas fuerzas.

Según esto, la longitud de estos brazos de la palanca influye muchísimo sobre la fuerza necesaria para tracer equilibrio á una resistencia dada. Para convencerse de ello basta observar el mecanismo de la balanza conocida con el nombre de *romana* (fig. 112). El rayo ó palanca se halla dividido en dos partes de desigual longitud por el punto de apoyo *a*. En la extremidad de uno de los brazos *r*, que es muy corto, se encuentra la resistencia (ó el objeto que se quiera pesar); y sobre el otro brazo *p* se desliza un peso cualquiera, que hace equilibrio á una resistencia tanto más considerable, cuanto más se aleje del punto de apoyo y se prolongue por consiguiente el brazo de la palanca de la potencia, permaneciendo siempre igual el de la resistencia.

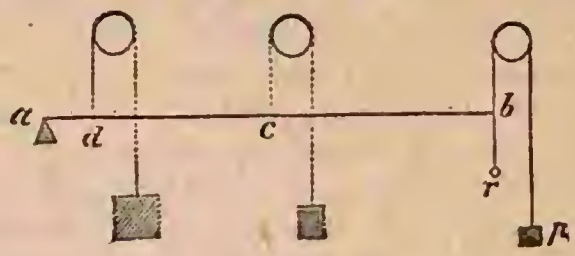
Fig. 112.

Todos sabemos también cuán grande es la diferencia en la fuerza que un hombre debe desarrollar, cuando trata de levantar un peso con un brazo doblado ó extendido. Luego, en estos movimientos, los que obran son los mismos músculos, y el brazo de la palanca de la potencia permanece igual; sólo el brazo de la palanca de la resistencia, representado por la distancia que separa el hombro de la mano, es el que se alarga.

La mecánica nos enseña también que, para que exista equilibrio en una palanca cualquiera, es preciso que la resistencia y la potencia sean recíprocamente proporcionales á las longitudes de los brazos de la palanca, esto es, que, multiplicadas por los

brazos respectivos de la palanca, den ambos el mismo producto.

Así, para hacer equilibrio á una resistencia *r* (fig. 113) igual á 10 que se aplicase á la extremidad de una palanca *ab* de una longitud de 20, sería necesario que la potencia *p*, si estaba aplicada al mismo punto *b*, y por consiguiente igualmente alejada del punto de apoyo *a*, fuese igual á 10; pero si estaba aplicada al punto *c*, debería ser, para producir el mismo efecto, igual á 20: pues la resistencia, que hemos supuesto igual á 10, siendo multiplada por la longitud de su brazo de palanca 20, dará por producto 200; y por otra parte, no siendo igual sino á 10 el brazo de palanca de la potencia *ca*, éste deberá ser multiplicado por una fuerza igual á 20, para dar el mismo producto de 200. En fin, colocando la potencia aun más cerca del punto de apoyo, en el punto *d*, precisará darle una fuerza igual á 100, pues su brazo de palanca no será más que 2: luego, $2 \times 100 = 200$.



Fig; 113.

La disposición de las palancas influye tanto sobre la rapidez de los movimientos producidos como sobre su fuerza, y si, empleando una potencia comparativamente débil, se puede vencer así una resistencia mucho más fuerte, se puede también, empleando una fuerza motriz de una velocidad constante, obtener, por medio de estos instrumentos, un movimiento más lento ó más rápido.

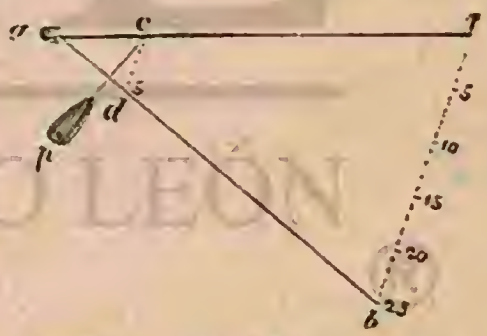


Fig. 114.

De esta suerte, supongamos que la potencia *p* (fig. 114) obra sobre la palanca *ar* de manera á hacer recorrer al punto de inserción *c* un espacio de 5 en un segundo; ella moverá al mismo tiempo la extremidad de la palanca *r* y la hará llegar á *b* con una velocidad que será igual á 25, pues la distancia recorrida en tiempo igual por este punto será cinco veces mayor que la recorrida por el punto *d*. Con una fuerza cuya velocidad no es sino de 5, se produce pues, aplicándola al punto *c*, el mismo resultado que si se aplicase directamente al punto *r* una fuerza cuya velocidad fuera igual á 25.

Pero, según lo que hemos dicho más arriba, se ve que todo lo

que se gana de este modo en velocidad se pierde en fuerza; pues para llegar á este resultado, es preciso, sobre todo, hacer el brazo de la palanca de la resistencia más largo proporcionalmente que el de la potencia.

Ahora bien, en la economía animal, casi todas las palancas representadas por los huesos están dispuestas de manera que favorecen de esta suerte la rapidez de los movimientos á expensas de la fuerza necesaria para producirlos[1]. Así, cuando se baja el brazo extendido, si la velocidad con que sus músculos se contraen es tal que su punto de inserción se mueva un centímetro en un segundo, la extremidad del miembro se alejará de su posición primitiva con una velocidad de más de un metro por segundo.

Adquiridas estas nociones preliminares de mecánica animal, podemos ahora entregarnos al estudio de las diversas partes del movimiento, que de preferencia examinaremos en el hombre.

DESCRIPCIÓN DEL APARATO MOTOR DEL HOMBRE.

§ 268. El aparato motor del hombre y de los demás animales superiores se compone, como ya hemos dicho, del esqueleto y de los músculos. El esqueleto, formado por la reunión de numerosos huesos, se divide, como el cuerpo, en tres partes : *cabeza, tronco y miembros.*

§ 269. **Cabeza.** — La CABEZA se compone de dos porciones principales, el *cráneo* y la *cara.*

El *cráneo* es una especie de caja ósea de forma oval, que ocupa toda la parte posterior y superior de la cabeza, y que contiene, como ya hemos visto (§ 184), el cerebro y el cerebelo. Ocho huesos se unen para formar sus paredes, á saber: el frontal ó coronal (fig. 115, *f*) por delante, los dos parietales (*p*) hacia lo alto, los dos temporales (*t*) á los lados, el occipital (*o*) por detrás, y finalmente el esfenoides (*s*) y el etmoides por debajo. Todos estos huesos, excepto el último, tienen la forma de grandes láminas delgadas, son de textura muy compacta, y todos se articulan entre sí de manera que quedan completamente inmóviles y dan al cráneo gran solidez. Estas articulaciones son mismo muy nota-

[1] Llámanse en mecánica : *palancas de primer género,* las que tienen el punto fijo entre las dos fuerzas, como en la balanza (fig. 112); *palancas de segundo género,* las que tienen el punto fijo en una extremidad, la potencia en la otra extremidad y la resistencia en un punto intermedio; *palancas de tercer género* las que tienen la resistencia en una extremidad, el punto fijo en la otra extremidad y la potencia en un punto intermedio (fig 114). Las palancas de segundo género son siempre favorables á la potencia, y las de tercer género favorables á la velocidad. Luego, en la economía animal, la mayor parte de las palancas pertenecen á la tercera clase.

bles, por variar de forma en las diferentes partes del cráneo, á fin de resistir mejor las violencias exteriores que puedan tender á desunir dichos huesos y porque deben producir efectos diferentes, según el punto sobre que obran. Así, cuando la cabeza recibe un golpe en la coronilla, el movimiento se propaga en todos sentidos y tiende á separar los parietales y á echar hacia delante ó hacia atrás los huesos frontal y occipital: por esto dichos huesos se hallan unidos entre sí por suturas engranadas muy sólidas. Pero cuando el cráneo recibe un choque por un lado, el esfuerzo, obrando sobre el temporal, tiende á hundir este hueso, y, para evitarlo, la naturaleza ha unido el temporal á los huesos próximos, no por medio de engranajes propios solamente para impedir su disyunción, sino por un borde articular muy oblicuo, de manera á dejar este hueso exteriormente mucho mayor que el espacio en el cual se encuentra como embutido.

Fig. — 115. Calavera humana.

La bóveda del cráneo no presenta además nada notable; pero, en su base, se ven una multitud de agujeros que dan paso á los vasos sanguíneos del cerebro y á los nervios que salen del

[1] *f*, hueso frontal; — *p*, parietal; — *t*, hueso temporal; — *m*, hueso maxilar superior; — *n*, hueso nasal; — *j*, hueso cigomático; — 1, elevaciones frontales; — 2, protuberancias de las cejas; — 3, borde superior de la órbita; — 4, elev. nasal; — 5, fosas orbitarias; — 6, parte del esfenoides; — 7 y 9, agujeros suborbitarios; — 8, apófisis ascendente del maxilar; — 10, hueso lagrimal; — 11, hueso etmoides; — 12, pómulo; — 13, hendidura esfeno-maxilar; — 14, hendidura esfenoidal y agujero óptico; — 15, apófisis estiloides.

encéfalo: uno de estos agujeros, abierto en el hueso occipital y mucho mayor que los demás, sirve para el paso de la médula es-

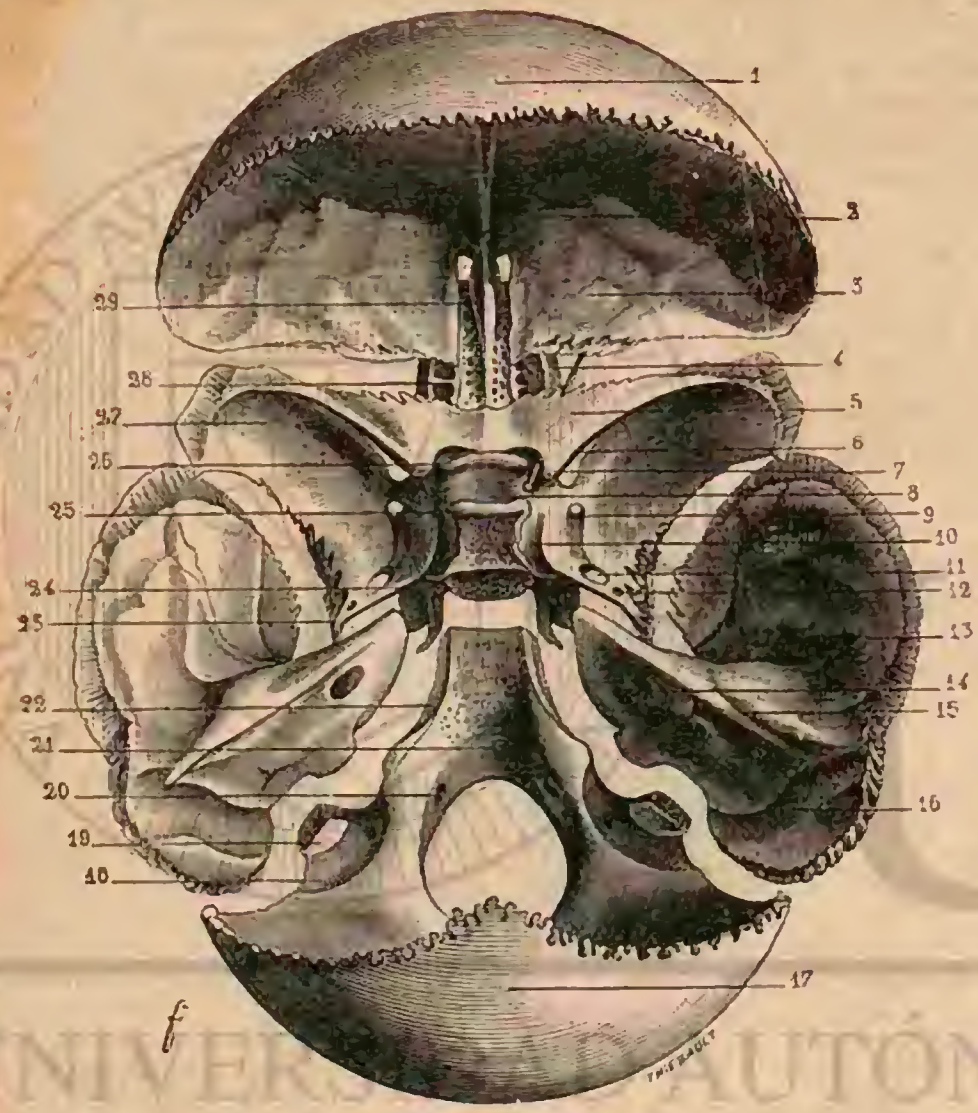


Fig.—116. Huesos de la base del cráneo.

pinal, y existe cerca de su borde, de cada lado, un apófisis ancho y convexo llamado *cóndilo* que sirve para la articulación de la

---

[1] Estos huesos se han separado unos de otros y se ven por su faz interior.

El *coronal* se compone de una porción frontal ó ascendente (1) y de una porción horizontal ú orbitaria (2) que comienza en la raiz de la nariz y en las protuberancias de las cejas, luego se prolonga por cada lado del etmoides, por encima de las fosas orbitarias cuya parte superior constituyen (3).

El *etmoides* (4) ocupa la parte superior de las fosas nasales. Vese en él un apófisis medio (29) en forma de cresta y una *lámina agujerada* que da paso á los filamentos del nervio olfatorio (28).

El *esfenoides* ocupa la región media de la base del cráneo. La porción

cabeza en la columna vertebral. La cabeza se halla casi en equilibrio sobre esta especie de quicio; pero, no obstante, la parte situada por delante de la articulación es más voluminosa que la situada por detrás y que tiende á hacer contrapeso á la primera; por esto los músculos que van de la columna vertebral á la parte posterior de la cabeza, y que sirven para enderezar ésta, son bastante más numerosos y de mucha más fuerza que los músculos flexores colocados de la misma manera por delante de la columna; y, cuando los primeros se aflojan, como sucede durante el sueño, la cabeza tiende ordinariamente á caer hacia delante y á apoyarse en el pecho.

A los dos lados de la base del cráneo, se ven además dos apófisis muy grandes, llamados *mastoides* (fig. 115), en los cuales se insertan dos músculos que descienden oblicuamente hacia el pecho, por la parte anterior del cuello, y que sirven para hacer girar la cabeza sobre la columna vertebral. En fin, inmediatamente por delante de estos apófisis, se encuentra la abertura del conducto auditivo externo, que, lo mismo que las diversas partes del oído medio y del oído interno, se halla contenida en una porción del hueso temporal, llamada *peñasco* á causa de su gran dureza (§ 222, fig. 96, *e*).

§ 270. La cara está constituída por la reunión de catorce huesos de formas muy diversas, y presenta cinco grandes cavidades destinadas á contener los órganos de la vista, del olfato y del gusto. Todos estos huesos, excepto el de la mandíbula inferior, son completamente inmóviles y se articulan entre sí ó con los huesos del cráneo. Los dos principales son los *huesos maxilares superiores* (fig. 115), que constituyen casi la totalidad de la mandíbula superior y que se articulan con el frontal de manera

---

media del *cuerpo* de este hueso (9) presenta encima una canal transversal (26) que ocupan los nervios ópticos y llega por cada lado al *agujero óptico*, por los cuales salen dichos nervios de la caja del cráneo para dirigirse á los ojos. Las partes laterales de este hueso están divididas por la *hendidura esfenoidal* en dos partes llamadas *ala menor* (5) y *ala mayor* (27). Vese también en él la fosa pituitaria (8) y algunas aberturas llamadas *gran agujero redondo ó maxilar superior* (9), *agujero oval ó maxilar inferior* (11) y el *agujero pequeño redondo ó esfero-espinal* (12) que da paso á nervios y vasos sanguíneos.

El *occipital* (17) constituye la parte posterior de la caja del cráneo. En él se ven el *gran agujero occipital* que da paso á la médula espinal, y por cada lado de este agujero uno pequeño llamado condiloideo posterior. Más hacia delante se encuentra la *porción basilar* de este hueso (21), cuyo borde lateral (22) se articula con el peñasco.

Los dos *huesos temporales* presentan cada uno una *porción escamosa* (13), una porción media llamada *peñasco* (14) y una *porción mastoidea* (16). En ellos se ve también el *agujero auditivo interno* (14) que da paso al nervio del mismo nombre.

á concurrir también a la formación de las órbitas y de las fosas nasales; hacia fuera se articulan con los *huesos de los pómulos* (*j*), y hacia atrás con los *huesos palatinos*, que, á su vez, se juntan al esfenoides.

Las *órbitas*, como ya hemos visto en otra parte (§ 241), son dos fosas cónicas cuya base se dirige hacia delante; la bóveda de estas cavidades está formada por una porción del hueso frontal, y su pared inferior por los maxilares superiores; por delante completan sus paredes el etmoides y un huesecillo llamado *lagrimal;* y al exterior están formadas por el hueso del pómulo y el esfenoides, que ocupa también el fondo, en donde se encuentran las aberturas que sirven para el paso del nervio óptico y de las demás ramas nerviosas pertenecientes al aparato de la visión. En la bóveda de la órbita se nota una depresión que contiene la glándula lagrimal, y en su pared externa se encuentra un conducto que desciende verticalmente á las fosas nasales, y da paso á las lágrimas.

La nariz está formada en su mayor parte de cartílagos; por esto es grande en el esqueleto la abertura anterior de las fosas nasales (*na*, fig. 115), y poco saliente la porción ósea de la nariz, formada por los dos huesecillos llamados *nasales* (*n*). Las *fosas nasales* son muy extensas: por la parte superior están abiertas en el hueso etmoides, que tiene todo el interior lleno de células; por la parte inferior están separadas de la boca por la bóveda del paladar, que está formada por los huesos maxilares superiores y por los dos *huesos palatinos:* en fin, hállanse separadas entre sí en su línea media por un tabique vertical, formado en la parte superior por una lámina del etmoides y por la parte inferior por un hueso especial llamado *vómer*. Además, se encuentran en el interior de estas fosas dos huesos distintos, que forman las *conchas inferiores*, y se nota la abertura de los senos frontales, esfenoidales y maxilares, cavidades más ó menos vastas que se encuentran en el espesor de los huesos cuyos nombres llevan (fig. 94, p. 172).

En el hueso maxilar superior están implantados todos los dientes de la mandíbula superior; en la primera edad está formado de varias piezas, y en la mayor parte de los animales se distingue siempre una porción anterior, que se llama *hueso intermaxilar* (fig. 117).

La mandíbula inferior del hombre se compone de un solo hueso, pues las dos mitades que la forman en muchísimos animales se sueldan entre sí desde muy temprano y se confunden completamente.

Este hueso, llamado *maxilar inferior*, tiene cierto parecido

con una herradura, cuyas dos extremidades encorvadas se elevasen mucho. Se articula con los huesos temporales por un cóndilo saliente situado en cada una de sus extremidades, que entra en una cavidad llamada *glenoides;* en conclusión, por dentro de los cóndilos citados, se eleva por cada lado un apófisis llamado *coronoides*, que sirve para la inserción de uno de los músculos elevadores de la mandíbula (el músculo temporal). Estos músculos (fig. 118 y fig. 12, *d, c*) se fijan todos hacia el ángulo de la mandíbula y á poca distancia del punto de apoyo sobre el cual se mueve esta palanca. En la mayor parte de los casos, es, al contrario, hacia la parte anterior de las mandíbulas, donde se aplica la resistencia que esta misma palanca debe vencer durante la masticación: además estos músculos, aunque muy poderosos, no pueden en el caso dicho producir sino efectos muy débiles; y para triturar entre los dientes los cuerpos muy duros, es necesario conducir á éstos todo lo más posible hacia el fondo de la boca á fin de acortar el brazo de palanca de la resistencia y volverlo igual y hasta más pequeño que el de la potencia.

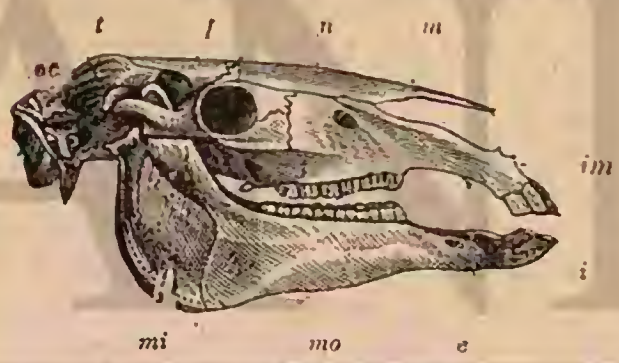


Fig. 117. — Calavera de caballo[1].

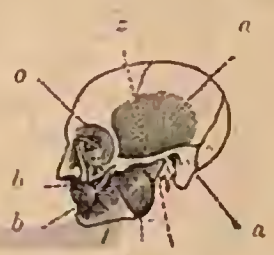


Fig. 118[2].

Dichos músculos se fijan lo mismo en la faz interna que en la externa de la mandíbula, y van á tomar sus puntos de apoyo á los lados de la cabeza hasta la altura de las sienes, pasando por entre las paredes laterales del cráneo y un arco óseo, llamado *cigomático* (*z*), que se extiende de los pómulos hasta los oídos y que sirve también para la inserción de estos órganos.

[1] *oc, t, f,* huesos occipital, temporales y frontal; — *n*, hueso nasal; — maxilar superior; — *im*, intermaxilar; — *mi*, maxilar inferior; — *o*, órbita; — *i*, dientes incisivos; — *c*, caninos; — *mo*, molares;

[2] Principales músculos de la cabeza: — *o*, músculo orbicular de los párpados, que sirve para cerrar los ojos; — *bb*, músculo orbicular de los labios que sirve para acercar estos órganos; — *j*, músculos de las mejillas; — *m*, músculo masetero, que sirve para elevar la mandíbula inferior; — *t*, músculo temporal, que sirve para lo mismo; — *z*, arco cigomático; — *c*, articulación de la mandíbula inferior; — *a*, agujero auditivo y apófisis mastoide.

La cabeza, como se puede ver, se compone esencialmente de veintidós huesos, pero su número es realmente mayor; pues en el interior de cada hueso temporal, existen, como ya hemos dicho en otra parte (p. 176), cuatro huesecillos pertenecientes al aparato del oído; y también se puede considerar como una dependencia de la cabeza el hueso *hioides* (fig. 40), que se halla suspendido por ligamentos de los huesos temporales y que está colocado á través de la parte superior del cuello, en donde sirve para sostener la lengua y la laringe.

§ 271. **Tronco.** — La parte más importante del tronco y aun de todo el esqueleto, la que sirve para sostener todas las demás y varía menos en los diversos animales, es la COLUMNA VERTEBRAL ó *columna espinal*.

Dase este nombre á una especie de barra ósea que se extiende por toda la longitud del cuerpo y que se compone de numerosos huesecillos, llamados *vértebras*, colocados por sus cabezas y sólidamente unidos entre sí.

Fig. 119.

Esta columna (fig. 119), que también se llama *espina dorsal*, ocupa la línea media y posterior del cuerpo; y sostiene por su extremidad superior la cabeza, que se puede considerar como continuación de ella. En el hombre se cuentan treinta y tres vértebras y se distinguen cinco regiones, á saber: una región cervical, compuesta de siete vértebras (*c*); una región dorsal compuesta de doce de estos huesos (*d*): una región lumbar, formada por cinco vértebras (*l*); una región sacra, que presenta cinco (*s*), y una región coxígea, en la cual se ven cuatro (*cx*). La espina dorsal presenta varias curvas y aumenta de grueso desde su extremidad anterior ó superior hasta el principio de la región sacra. Al nacer, son todas las vértebras perfectamente distintas y sólo están articuladas entre sí; mas, poco tiempo después, las cinco vértebras sacras se sueldan unas con otras no formando sino un solo hueso, llamado sacro (*s*).

Fig. 120.

El carácter principal de las vértebras es hallarse atravesadas por un agujero (fig. 120) que, reuniéndose á los de las demás vértebras, forma un conducto que se extiende desde el cráneo hasta la extremidad del cuerpo, y contiene, como ya lo hemos dicho, la médula espinal. En el hombre, no presentan sin embargo las vértebras coxígeas semejante canal, pues están reducidas á un estado rudimentario, no consistiendo sino en otros tantos pequeños núcleos sólidos.

Por los lados comunica el conducto vertebral con el exterior por una serie de aberturas llamadas *agujeros de conjunción*, porque resultan de la unión de dos escotaduras practicadas en los bordes superior é inferior de cada vértebra, de manera que corresponden una con otra cuando los huesos vertebrales se unen entre sí (fig. 121). Estos agujeros, como hemos visto, dan paso á diversos nervios que salen de la médula espinal y que van á distribuirse por las diferentes partes del cuerpo.

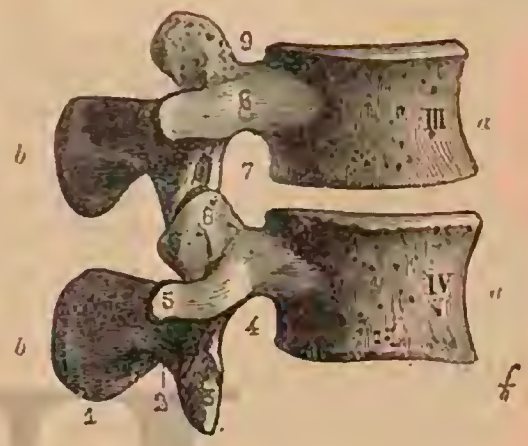


Fig. 121[1].

Distínguense en cada vértebra un cuerpo y diversas apófisis. El *cuerpo de la vértebra* (*a*) es un disco grueso situado por delante del conducto vertebral (ó por debajo, si la columna se halla en posición horizontal, como sucede en la mayor parte de los animales), que sirve para dar solidez á la articulación de estos huesos entre sí. Las dos faces de este disco son casi paralelas, y cada una de ellas se halla unida á la superficie correspondiente de la vértebra próxima por una gruesa capa fibro-cartilaginosa que adhiere una á otra en toda la extensión de sus superficies articulares, no permitiéndoles alejarse una de otra sino en razón de la elasticidad de que se halla dotado su tejido. La articulación de las vértebras se halla también fortificada por la existencia de cuatro apófisis pequeñas que están situadas á los lados del conducto vertebral y que se engranan con las de las vértebras próximas (5 y 6). En fin, por detrás de dicho conducto, existe una apófisis llamada *espinosa* (*b*), que contribuye al mismo objeto, limitando la flexión de la columna hacia atrás, y manojos de fibras ligamentosas se extienden de un hueso á otro para ligarlos entre sí.

La articulación de unas vértebras con otras es, como se ve, extremadamente sólida: por eso son en general muy limitados los movimientos que cada uno de estos huesos puede ejecutar; pero estos pequeños movimientos, uniéndose unos á otros, dan al conjunto de la columna bastante flexibilidad sin perjudicar

[1] Tercera y cuarta vértebras lumbares del hombre vistas de perfil: — 1, apófisis espinosa; — 2, láminas; — 3, apófisis articular inferior; — 4, escotaduras que concurren á formar el agujero de conjunción (7); — 6, apófisis articular superior; — 5, 8, apófisis transversas.

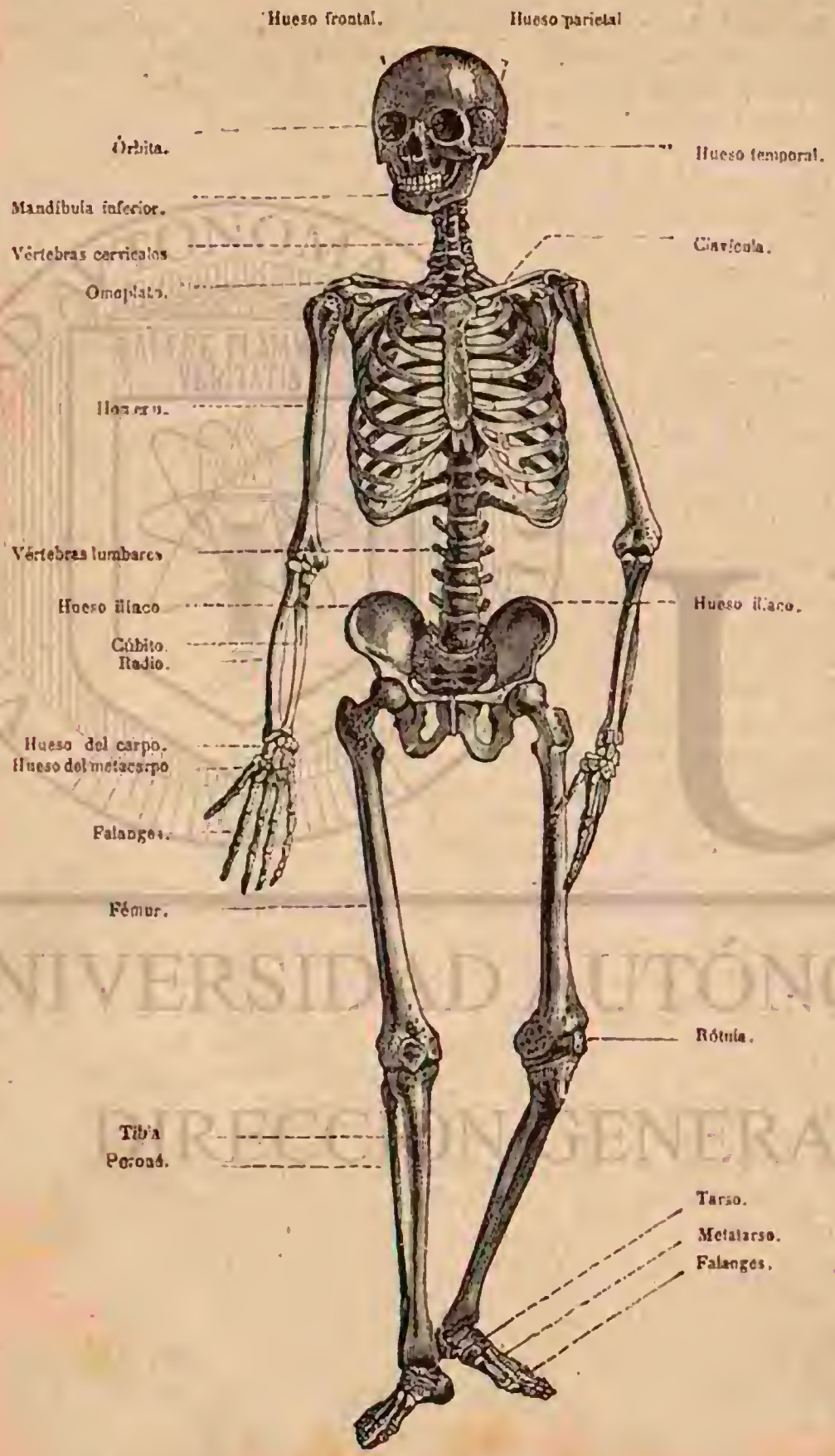


Fig. 122. — Esqueleto del hombre.

su fuerza. Por lo demás, esta movilidad varía mucho en las diferentes partes del tronco; en la espalda es casi nula; en los lomos es, al contrario, muy marcada; pero donde es más pronunciada es en la región cervical de la columna: por eso, en esta parte, la capa fibro-cartilaginosa, que debe prestarse á tales movimientos, es más gruesa que en la espalda, y las apófisis espinosas están más separadas una de otra, de modo que permitan una curva mayor antes que lleguen á tocarse.

El peso del cuerpo tiende continuamente á encorvar la columna vertebral hacia delante: por eso existen, para resistir á esta flexión y enderezar la espina dorsal, músculos poderosos que se insertan á lo largo de su faz posterior, y, á fin de hacer su acción más poderosa, la naturaleza ha dispuesto su punto de inserción de modo que tiran perpendicularmente sobre un brazo de palanca bastante largo. En efecto, la mayor parte de ellos se insertan en la extremidad de las apófisis llamadas espinosas, que forman una cresta saliente en toda la longitud de la espalda; y otras tienen el punto de inserción en otras dos apófisis (*c*, fig. 120), que igualmente son muy salientes y que, á causa de su dirección, se llaman *apófisis transversas*.

Debe también notarse que, en las regiones de la columna donde estos músculos deben desplegar la mayor fuerza, como en la lumbar, son las apófisis mucho más largas, y, por consiguiente, forman una palanca bastante más poderosa que en las partes en que no es necesario tanta fuerza: en el cuello, verbigracia. Más adelante tendremos también ocasión de ver que, en los animales de cabeza muy pesada y que se encuentra en la extremidad de un cuello largo y horizontal, estas apófisis adquieren crecimiento muy grande en el lomo, donde sirven para la inserción de los ligamentos y de los músculos destinados á sostener dichas partes y levantar el pescuezo (fig. 123).

Los movimientos de flexión de la columna hacia delante casi no necesitan ninguna fuerza, y los músculos empleados en producirlos, y situados por delante del cuerpo de las vértebras, son por consiguiente delgados y en corto número.

La primera vértebra del cuello, llamada atlas, es mucho más movible que todas las demás; tiene la forma de un simple anillo, y gira al rededor de una especie de quicio formado por una apófisis que se eleva del cuerpo de la vértebra siguiente (ó *axis*). En esta articulación misma se efectúan casi todos los movimientos de rotación ejecutados por la cabeza. Las ligaduras que unen estas dos vértebras son incomparablemente menos fuertes que las de las otras vértebras; y, en efecto, en la posición natural del cuerpo, pesando sobre el atlas el peso de la cabeza,

tiende más á mantenerlas en contacto que á separarlas. Pero cuando la cabeza es la que sostiene todo el peso del cuerpo, como ocurre en las personas ahorcadas, sucede todo lo contrario, pues entonces las dos vértebras de que tratamos se separan fácilmente, y su lujación produce una muerte casi instantánea á causa de la compresión de la médula espinal, precisa-

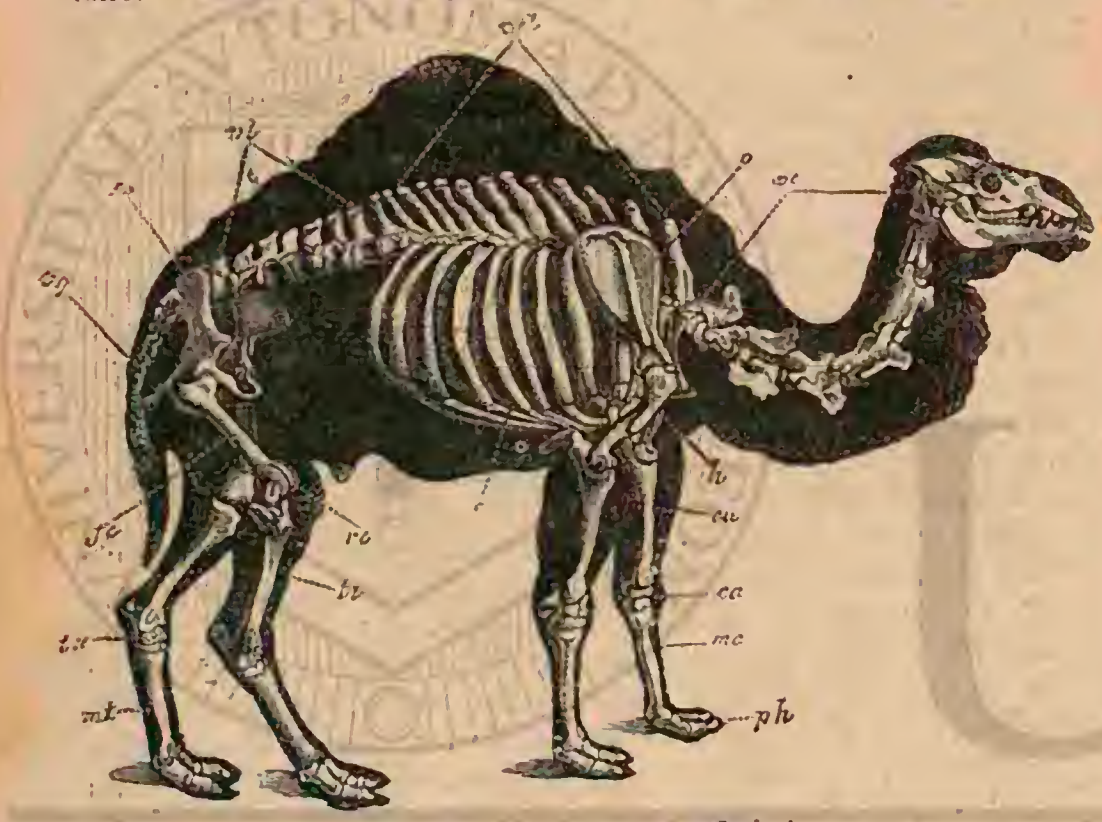


Fig. 123. Esqueleto de dromedario [1].

mente en el punto donde nacen los principales nervios del aparato respiratorio. Para determinar esta dislocación del cuello, y, por consiguiente, abreviar los sufrimientos de los criminales condenados á perecer en la horca, tenían antiguamente los verdugos la costumbre de hacer fuerza con los pies sobre los hombros de los ajusticiados, en el momento en que los lanzaban al aire con la cuerda al pescuezo; y por la misma causa se ha visto en ocasiones ocurrir una muerte instantánea en medio de juegos imprudentes en los cuales se levantan á los niños teniéndoles suspendidos por la cabeza.

[1] Esqueleto de dromedario sobre fondo negro representando la silueta del animal: — *vc*, vértebras cervicales; — *vd*, vértebras dorsales; — *vl*, vértebras lumbares; — *vs*, sacro; — *vq*, vértebras de la cola; — *c*, costillas; — *o*, omoplato; — *h*, húmero; — *cu*, cúbito; — *ca*, carpo; — *mc*, metacarpo; — *ph*, falanges; — *fe*, fémur; — *ro*, rótula; — *ti*, tibia; — *ta*, tarso; — *mt*, metatarso.

§ 272. Las vértebras cervicales no se articulan sino entre sí ó con la cabeza y la primera vértebra dorsal; pero cada una de las doce vértebras dorsales tiene un par de prolongaciones muy largas y aplanadas, que se encorvan al rededor del tronco, formando una especie de caja ósea destinada á contener el corazón y los pulmones. Estas prolongaciones son las costillas (fig. 123 y 124), cuyo número es, por consiguiente, doce de cada lado del cuerpo; la extremidad posterior de cada costilla se articula con

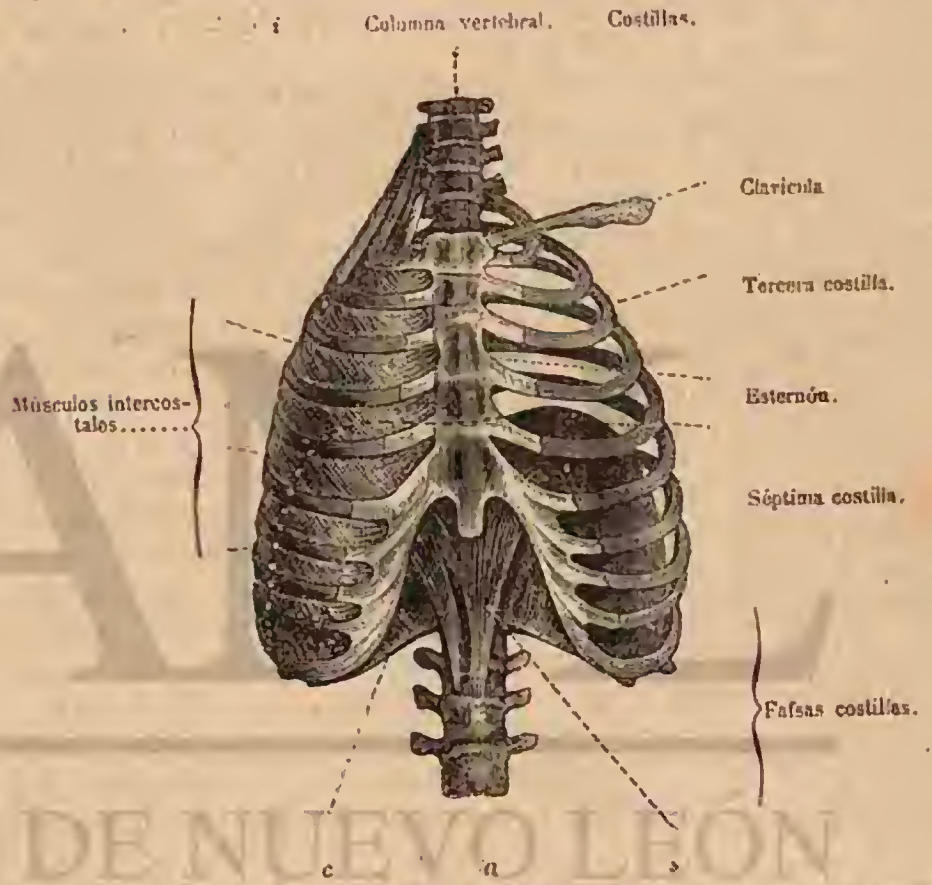


Fig. 124. Tórax del hombre[1].

el cuerpo de la vértebra correspondiente y con una de las apófisis transversas; la otra extremidad se continúa en una tira que es por lo general cartilaginosa, pero que en ciertos animales (las aves, por ejemplo) se halla osificada, y lleva entonces el nombre de *costilla esternal*. Los cartílagos de los siete primeros pares de costillas, que se llaman *costillas verdaderas*, se unen al *esternón* (fig. 124, hueso impar que ocupa por delante la línea media del cuerpo, y sirve para completar las paredes de la cavidad torácica; los cinco últimos pares de costillas no llegan al

[1] Véase la explicación de esta figura en la página 110

esternón, sino que se juntan á los cartílagos de las costillas precedentes: distínguesele con el nombre de *costillas falsas*.

§ 273. **Miembros.** — Sobre la caja ósea que acabamos de describir se fijan los MIEMBROS SUPERIORES. En cada uno de estos apéndices se distingue una *porción basilar*, que puede compararse á un zócalo, sobre la cual se inserta la porcion esencialmente movible del miembro, que representa una palanca á la cual sirve la primera de punto de apoyo.

Esta porción basilar se compone de dos huesos, el *omoplato* y la *clavícula*.

El omoplato es un hueso grande aplanado, que ocupa la parte superior y externa de la espalda: su forma es casi triangular, y presenta en la parte alta y al exterior una cavidad articular bastante ancha, pero poco profunda, destinada á recibir la extremidad del hueso del brazo (*fosa glenoide del omoplato*). En su borde superior, se nota una apófisis saliente llamada *coracoides;* y sobre su faz externa se encuentra una cresta horizontal muy saliente, que viene á terminarse por encima de la articulación del hombro, formando una apófisis llamada *acromion*, en la extremidad de la cual se articula la *clavícula* (fig. 122 y 124). Este último hueso es delgado y cilíndrico; está colocado á través en la parte superior del pecho, y se extiende, como un botarel, del esternón al omoplato. Su principal aplicación es mantener separados los hombros: por esto se quiebra á menudo, cuando, en las caídas de costado, dicha parte es violentamente empujada hacia el esternón; y en los animales que deben llevar con fuerza el brazo hacia el pecho (como hacen las aves durante el vuelo), se halla este hueso muy desarrollado, mientras que falta completamente en los que jamás ejecutan movimientos semejantes, y que no mueven sus miembros sino longitudinalmente, como los caballos, etc.

Numerosos músculos ligan el omoplato á las costillas. Uno de los principales de éstos es el *gran dentado*, que va de la parte anterior del tórax al borde posterior de dicho hueso, pasando entre él y las costillas. En el hombre, es este músculo poco desarrollado; pero, en los animales que marchan á cuatro patas, es extremadamente fuerte, y constituye, con el del lado opuesto, una especie de cincha que sostiene todo el peso del cuerpo, y que impide que los omoplatos suban hasta la columna vertebral. En el hombre, el *músculo trapecio*, que se extiende de la parte cervical de la columna vertebral al omoplato, llena igualmente funciones importantísimas, pues sirve para elevar el hombro y sostener el peso de todo el miembro torácico; por esto es muy desarrollado.

§ 274. La porción del miembro torácico que constituye la palanca á la cual sirve el omoplato de punto de apoyo, se compone del *brazo*, del *antebrazo* y de la *mano*.

El brazo está formado por un solo hueso, largo y cilíndrico, llamado *húmero* (fig. 122). Su extremidad superior (ó *cabeza*) es gruesa, redonda y se articula con la cavidad glenoide del omoplato, en la cual puede girar en todos sentidos. Los músculos destinados á mover el húmero se insertan hacia el tercio superior de este hueso y se fijan por su extremidad opuesta al omoplato ó al tórax. Los tres principales son el *gran pectoral*, que lleva el brazo hacia delante, á la vez que lo baja; el *gran dorsal*, que lo conduce hacia atrás y abajo, y el *deltoides*, que lo levanta.

La extremidad inferior del húmero es ensanchada, y tiene la forma de una polea, en la cual se mueve el antebrazo como una bisagra.

§ 275. Dos huesos largos y paralelos, forman esta porción del miembro torácico: son el *cúbito* por dentro, y el *radio* por fuera. Éstos están unidos entre sí por ligamentos y por un tabique aponeurótico que se extiende de uno al otro en toda la longitud de ellos; no obstante, son móvibles, y el radio, que sostiene la mano en su extremidad, puede girar sobre el cúbito, que le sirve de sostén. Según las diferentes funciones de estos dos huesos, se puede prever cuáles deben ser las principales diferencias de su forma general. El *cúbito*, para articularse sólidamente con el húmero, debe presentar en su extremidad superior cierto grosor y una superficie articular extensa, mientras que en su extremidad inferior, donde debe servir de quicio al radio, debe ser delgado y redondo. El *radio*, al contrario, debe ser, por la misma razón, delgado en su extremidad superior y muy grueso en la inferior, de la cual está suspendida la mano: y así sucede efectivamente, notándose también que estos dos huesos no se tocan sino por sus extremidades, lo que facilita más los movimientos de rotación del radio sobre el cúbito.

El cúbito, que arrastra consigo el radio, no puede moverse en el húmero sino en un sentido: no ejecuta sino movimientos de flexión y de extensión, y, en estos últimos, sólo puede formar con el húmero una línea recta; pues presenta más allá de su superficie articular una apófisis llamada *olecránea*, que en este caso se apoya en el húmero, oponiendo así un obstáculo invencible á toda extensión ulterior. Los músculos extensores y flexores del antebrazo se extienden del hombro ó de la parte superior del húmero á la parte superior del cúbito: de esto resulta que están dispuestos de manera que favorecen la rapidez de los movimientos del antebrazo, pero que coartan el desarrollo de

una gran fuerza; pues el brazo de palanca de la potencia, representado por el espacio comprendido entre la articulación del codo y su inserción, es muy corto, mientras que el brazo de palanca de la resistencia, que es igual á toda la longitud del miembro, á partir de la misma articulación, es al contrario muy grande.

Fig. 125. — Huesos de la mano.

Los movimientos de rotación del radio y de la mano sobre el cúbito se efectúan por músculos que están situados en el ante-

[1] 1, escafoides; — 2, semilunar; — 3, piramidal; — 4, pisiforme; — 5, unciforme; — 6, hueso grande; — 7, trapezoides; — 8, trapecio; — 9, primer metacarpo; — 10 y 11, falanges del pulgar; — 12 á 17, diferentes partes del segundo hueso metacarpo; — 18, 19, 20, falanges del índice; — 21, tercer hueso metacarpo; — 22, quinto hueso metacarpo.

brazo, y que se dirigen oblicuamente de la extremidad del húmero ó del cúbito á una ú otra de aquellas partes.

§ 276. La mano se divide en tres porciones: *carpo*, *metacarpo* y *dedos*.

El *carpo*, ó muñeca (fig. 125), está formado por dos líneas de huesecillos cortos, unidos íntimamente entre sí, de manera que el conjunto de esta parte goce de alguna movilidad, aunque cada uno de los huesos que la componen se mueva muy poco, disposición que por su naturaleza da á las articulaciones grandísima solidez. Estos huesecillos son ocho. Cuatro de ellos, á saber, el *escafoides*, *semilunar*, *piramidal* y *pisiforme*, componen la primera fila; los otros cuatro, que se llaman *trapecio*, *trapezoides*, *hueso grande* y *unciforme*, forman la segunda. Debe notarse que estos diversos huesos se hallan dispuestos de manera que protegen los vasos y nervios que van del antebrazo á la mano: del lado palmar forman á este fin con ligamentos un conducto que es atravesado por aquellos órganos, y que puede resistir, sin aplanarse, la presión más fuerte.

El *metacarpo* se compone de una línea de huesecillos largos, colocados paralelamente entre sí y en número igual al de los dedos, con los cuales se articulan por su extremidad. Cuatro de estos huesos están también unidos unos con otros por sus dos cabezas, y son apenas movibles; pero el quinto, que sostiene el pulgar, se halla separado del resto del metacarpo en su extremidad anterior y se mueve libremente sobre el carpo (fig. 125).

En conclusión, los dedos están formados cada uno por una serie de huesecillos largos, unidos por sus cabezas y llamados *falanges*. El pulgar no presenta más que dos de éstas; pero todos los demás dedos tienen tres. La última falange, que también se llama *falangeta*, sostiene la uña. Los dedos son muy movibles y pueden moverse independientemente unos de otros. Sus músculos flexores y extensores forman la mayor parte de la masa carnuda del antebrazo y se terminan por tendones muy largos y delgados, de los cuales se fijan unos en las primeras falanges, y otros en las falangetas.

§ 277. Cuando se considera el conjunto de los miembros torácicos, se nota que las diversas palancas unidas cabeza con cabeza para formarlos, disminuyen progresivamente de largura. Así, el brazo es más largo que el antebrazo, éste es más largo que la muñeca, y cada una de las falanges es más corta que la que le precede. Ahora bien, la ventaja de esta disposición es fácil de comprender. Las numerosas y aproximadas articulaciones que se ven hacia la extremidad del miembro, permiten á éste variar su forma de mil maneras y acomodarla á la del cuerpo que quiere asir;

mientras que las palancas prolongadas, formadas por el brazo y el antebrazo, nos permiten llevar rápidamente la mano á distancias bastante grandes. Los movimientos del húmero sobre el omoplato son los que principalmente determinan la dirección general del miembro, y la articulación del codo tiene sobre todo por objeto permitir á esta palanca alargarse ó acortarse.

§ 278. La estructura de los MIEMBROS INFERIORES tiene la mayor analogía con la de los miembros torácicos, y las principales diferencias que se notan en ella son las necesarias para darle mayor solidez á expensas de su movilidad, y para hacer, en vez de órganos de prehensión, órganos de locomoción. Distínguese también una porción basilar, que es la equivalente al hombro, y que se llama *cadera*, y una palanca articulada formada de tres partes principales, el *muslo*, la *pierna* y el *pie*, las cuales corresponden al brazo, antebrazo y mano.

§ 279. La *cadera*, ó porción basilar del miembro abdominal, está formada por un hueso grande aplanado, llamado *hueso iliaco* (de la voz latina *ilia*, flanco), ó *hueso coxal* (de la voz griega *coxa*, que en griego significa *cadera*). Este hueso resulta de la soldadura de tres piezas principales, siempre distintas en la infancia y que se pueden comparar con el cuerpo del omoplato, la apófisis caracoide de este hueso y la clavícula. Los huesos ilíacos no encuentran, como los huesos del hombro, costillas y un esternón en que apoyarse; hallándose destinados á sostener todo el peso del cuerpo, deben sin embargo hallarse sólidamente ligados al tronco: por ello se les ve articularse por detrás con la porción de la columna vertebral llamada *sacro*, y por delante reunirse entre sí formando un arco llamado *pubis*. Son completamente inmóviles, y de la unión de estos dos huesos entre sí y con el sacro resulta un cerco óseo, que termina inferiormente el abdomen, y que se distingue con el nombre de *pelvis* (fig. 122, pág. 220). Esta especie de anillo está tapado por la parte inferior por músculos. En la parte exterior de sus lados se observa en cada hueso ilíaco una cavidad articular, casi hemisférica, que sirve para recibir la cabeza del hueso del muslo. En conclusión, la mayor parte de los músculos destinados á mover el muslo y la pierna tienen el punto de inserción en la pelvis, y los músculos que cierran, como hemos visto en otra parte, la cavidad abdominal, se fijan en ella para extenderse de allí al tórax.

§ 280. El *muslo*, como el brazo, no se compone sino de un solo hueso, que se llama *fémur* (fig. 122). Su extremidad superior se halla acodada hacia dentro, y su cabeza, que es redonda, está separada del cuerpo del hueso por un adelgazamiento llamado *cuello del fémur*. Por debajo de este cuello y en el punto en que

se une al cuerpo del hueso, formando un ángulo obtuso, se observan muchas tuberosidades grandes, que pueden percibirse á través de la piel, y que sirven para la inserción de los principales músculos motores del muslo; en fin, su extremidad inferior es abultada y presenta dos cóndilos comprimidos lateralmente y redondos de delante atrás, que se deslizan sobre la superficie del principal hueso de la pierna, y que no permiten á ésta sino doblarse hacia atrás ó de extenderse, mientras que el fémur mismo puede moverse sobre la pelvis en todos sentidos.

§ 281. La *pierna* difiere más del antebrazo. Además del *peroné* y la *tibia*, que son los dos huesos principales que componen esta parte del miembro inferior, como el antebrazo se compone del cúbito y del radio, se encuentra por delante de la rodilla un tercer hueso llamado *rótula*, que puede considerarse como el análogo de la apófisis olecránea del cúbito, y que sirve principalmente para alejar de la rodilla el tendón de los músculos extensores de la pierna, haciendo su inserción en la tibia más oblicua, disposición que, como ya hemos visto (§ 266), tiende á aumentar la potencia de la acción. No debiendo el pie ejecutar movimientos de rotación como la mano, y debiendo, para sostener todo el peso del cuerpo, presentar en su articulación mucha solidez, no son movibles uno sobre otro los dos huesos de la pierna, y el que de ellos se articula con el fémur (la tibia) es también el mismo que sostiene el pie en su extremidad opuesta. El peroné, que es delgado y está situado al lado externo de la tibia, no sirve, por decirlo así, sino para mantener el pie en su posición natural y evitar que se doble hacia atrás. Su extremidad superior se aplica contra la cabeza de

Fig. 126 Huesos del pie[1].

[1] A y B, huesos del tarso separados en dos filas: — *a*, astrágalo: — *b*, calcáneo; — *c*, hueso escafoides: — 1. hueso cuboides; — 2. 3, 4. huesos cuneiformes; — C, huesos del metatarso; — D. falanges; — E. falanginas; — F, falangetas.

la tibia, y su extremidad inferior constituye el *tobillo* ó *maléolo externo*.

§ 282. El *pie* se compone lo mismo que la mano, de tres partes principales, á saber: el *tarso*, *metatarso* y *dedos*.

El tarso tiene siete huesos, y su articulación con la pierna se verifica por uno de éstos, el *astrágalo*, que se eleva por encima de los demás, y presenta una cabeza en forma de polea, destinada á encajarse en la cavidad constituída por la superficie articular de la tibia y los dos maléolos [1]. El astrágalo descansa sobre el *calcáneo*, que se prolonga bastante más hacia atrás y forma el talón (fig. 126). Finalmente, un tercer hueso, llamado *escafoides*, termina la primera línea de los huesos del tarso; la segunda línea se compone, como en la mano, de cuatro huesecillos, de los cuales tres han recibido el nombre de *huesos cuneiformes* ó *cuñas*, y el cuarto, colocado por la parte de dentro, el de *hueso cuboides*.

Los huesos del *metatarso*, que son cinco, se parecen exactamente á los del metacarpo: sólo que son más fuertes y menos movibles, sobre todo el interno, que está dispuesto como los demás. Lo mismo sucede con los huesos de los dedos; cuéntase el mismo número de falanges que en los dedos de la mano, pero los huesos del pie son más cortos y mucho menos movibles. El dedo gordo no se halla separado de los demás ni puede oponerse á éstos, como el pulgar se opone á los demás dedos.

Por el lado interno del pie forman los huesos del tarso y del metatarso una especie de bóveda, destinada á contener y á proteger los nervios y los vasos que descienden de la pierna hacia los dedos. Cuando no existe esta disposición, y la planta del pie es aplanada, como sucede algunas veces, el peso del cuerpo comprime dichos nervios y no se puede caminar mucho sin sentir dolor. Por lo demás, el pie descansa por entero sobre el suelo, y forma una base de sustentación ancha y sólida; no puede moverse sobre la pierna sino en sentido de su longitud, y los músculos que sirven para esto rodean la tibia y el peroné. Los extensores del pie, que forman la saliente de la pantorrilla, y que se fijan en el calcáneo por un grueso tendón, llamado *tendón de Aquiles*, están dispuestos de modo muy favorable á su acción, porque su inserción se verifica casi en ángulo recto, y se encuentra más alejada del punto de apoyo que lo que está la resistencia que deben vencer cuando el peso del cuerpo, pesando sobre el astrágalo, es levantado por el pie.

---

[1] El *maléolo interno* es una apófisis de la tibia; el externo, como ya hemos dicho, está formado por el peroné.

ACTITUDES DE LA LOCOMOCIÓN.

283. Todos los mamíferos, las aves, reptiles, batracios y peces tienen un esqueleto interior más ó menos semejante al del hombre, compuesto casi de los mismos huesos (fig. 122), y movido igualmente por músculos colocados entre esta armadura sólida y la envoltura tegumentaria. Este esqueleto es el que da á sus cuerpos su forma general, y de su disposición y de la acción de los músculos fijados en sus diversas partes dependen las actitudes, lo mismo que los movimientos de dichos animales.

§ 284. **Estación.** — Un corto número de estos seres (las culebras, por ejemplo) descansan habitualmente sobre el suelo con toda la longitud de sus cuerpos y no marchan sino por ondulaciones de su tronco; pero los demás se sostienen por lo general sobre sus miembros, y se da el nombre de *estación* á este estado en el cual el animal se mantiene como queda dicho sobre el suelo, elevado sobre sus piernas.

Para que los miembros puedan permanecer sólidos y sostener así el cuerpo, es necesario que sus músculos extensores se mantengan contraídos; porque, sin esto, los referidos órganos se doblarían bajo el peso que sostienen y determinarían la caída. Ya hemos visto que los músculos se cansan tanto más pronto, cuanto más tiempo duren sus contracciones; por esto, en la mayor parte de los animales esa estación prolongada los cansa más que la marcha, pues durante tal los músculos extensores y flexores se relevan mutuamente.

§ 285. Esta condición no es la única que sea indispensable para la estación: para que el cuerpo permanezca derecho sobre los miembros, es necesario que se halle en equilibrio.

El equilibrio se establece no solamente cuando un cuerpo pesado se apoya sobre un objeto resistente con toda la extensión de su superficie más ancha, sino también cuando está colocado de manera que, si una parte de su volumen baja hacia tierra, una parte opuesta, de igual peso, se eleva en relación: el peso de una parte sirve entonces para contrabalancear el de la otra, y se llama *centro de gravedad* el punto al rededor del cual se equilibran recíprocamente todas las partes de dicho cuerpo, y que basta sostenerlo para mantener en su lugar la masa entera. Ahora bien, para sostener el centro de gravedad, basta que la *base de sustentación* (esto es, el espacio ocupado por los puntos por los cuales se apoya la masa sobre un objeto resistente, ó el comprendido entre dichos puntos) se halle situada verticalmente debajo de su centro.

Para que el cuerpo de un animal permanezca en equilibrio

sobre sus patas, en necesario, por consiguiente, que la vertical que pase por su centro de gravedad caiga entre los límites del espacio que los pies dejan entre sí ó cubren ellos mismos; y cuanto más grande sea esta base de sustentacion, con relación á la altura á que se encuentre el centro de gravedad, más estable será su equilibrio; pues más también podrá moverse sin que la línea de gravedad de que acabamos de hablar cese de caer en los límites de la base referida. Lo mismo sucede con todo cuerpo pesado. Así la mesa *a* representada en la figura 127 se deberá caer, porque la vertical *e*, tirada de su centro de gravedad *c*, pasará los límites de su base de sustentación *d*, esto es, el espacio ocupado por su pie; mientras que la mesa *b*, estando con igual inclinación, no se caerá á causa de que su base de sustentación es bastante ancha para que la línea de gravedad no pase los límites. Débese también tener presente que canto más difícil sea conservar el equilibrio, más intensa deberá ser la contracción muscular necesaria para mantenerlo y más fatigosa será la posición del animal

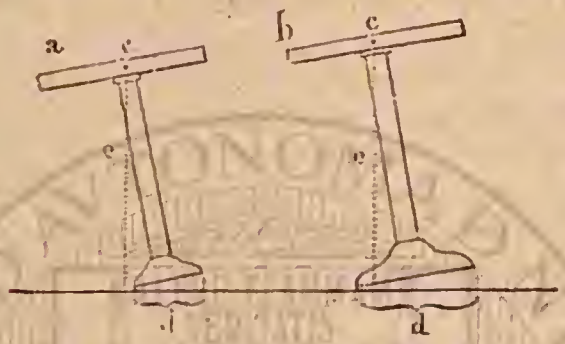


Fig. 127.

Fig. 128[1]. Fig. 129.

Según esto, se puede ver que, cuando un animal descansa sobre sus cuatro miembros á la vez, la estación deberá ser en general más segura, más sólida y menos fatigosa que cuando lo está sobre dos solamente, y que, en este último caso, se hallará aún en un estado de equilibrio más estable que cuando no se sostiene sino en un solo miembro; porque la base de sustentación se hará así

[1] Fig. 128. Miembro posterior del caballo; — fig. 129, miembro del ciervo: — *t*, tibia; — *ta*, primera línea de los huesos del tarso; — *ta'*, segunda línea de estos huesos; — *c*, metatarso — *s*, estilete formado por un rudimento de dedo lateral; — *p*, falange; — *pi*, falangina; — *pt*, falangeta cubierta por el casco.

cada vez más pequeña. Cuando un animal se mantiene sobre sus cuatro patas, el espacio comprendido entre ellas es muy grande y poca modificación puede recibir por la extensión más ó menos grande de la superficie de dichos órganos. Hacerlos muy anchos habría, pues, aumentado su peso, sin añadir mucho á la solidez de la base de sustentación: así, en la mayoría de los cuadrúpedos, los miembros no tocan el suelo sino por una extremidad apenas dilatada, y se ven disminuir gradualmente el número de dedos, sin que esto perjudique á tales órganos como instrumentos de locomoción. La pata de ciervo y la de caballo nos presentan la prueba (fig. 128 y 129). Pero cuando el animal no se mantiene sino sobre dos de sus miembros, cualquiera que sea su separación, la base de sustentación no puede tener solidez hacia delante y atrás, sino mientras estos órganos toquen el suelo en una extensión considerable, como sucede con el pie del hombre (fig. 122); y cuando un animal se sostiene fácilmente sobre una sola pata, como hacen las aves, es porque la naturaleza ha dado á estos miembros aun mayor extensión tanto de ancho como de largo (fig. 135).

Para que un animal se pueda poner en equilibrio sobre uno solo de sus miembros, es necesario también que el pie sobre que se mantiene se coloque verticalmente debajo del centro de gravedad de su cuerpo, y que sus músculos se hallen dispuestos de modo que le permitan mantener aquel miembro inflexible é inmóvil. El hombre consigue esto, porque el centro de gravedad de su cuerpo se encuentra hacia al medio de la pelvis, y, poniéndose en posición vertical, le basta inclinarse un poco del lado que le sirve de apoyo, para que la línea de gravedad baje á la planta del pie que descansa en el suelo; pero para la mayor parte de los cuadrúpedos la cosa es impracticable.

La mayor parte de estos últimos animales ni siquiera pueden mantenerse derechos sobre sus patas posteriores, á causa de la dirección de estos miembros, con relación al tronco; y si por un instante lo consiguen, les es imposible conservar el equilibrio, porque su base de sustentanción es muy pequeña, el centro de gravedad de sus cuerpos se halla muy adelante (hacia el pecho), y los músculos que sirven para hacerles tomar tal actitud están obligados á contraerse con una violencia que necesita pronto reposo. Para el hombre y un corto número de otros mamíferos, la estación vertical sobre los dos miembros abdomidales es al contrario más ó menos fácil; porque estos miembros pueden fácilmente colocarse en la dirección del eje del cuerpo, el centro de gravedad está situado muy bajo, y la base de sustentación, formada por los pies, es bastante ancha. En el hombre principal-

mente, hace esta actitud sólida la anchura de la pelvis, la forma de los pies y algunas otras particularidades de organización.

§ 286. En la estación vertical, los músculos de la parte posterior del cuello se contraen para mantener la cabeza en equilibrio sobre la columna vertebral, y los músculos extensores de esta columna entran también en acción para impedirle que ceda al peso de los miembros torácicos y de las vísceras del tronco, que tienden á encorvarla hacia delante. Todo el peso de nuestro cuerpo se transmite así por la columna vertebral á la pelvis y de la pelvis al fémur. Abandonados á sí mismos estos últimos huesos, se doblarían sobre la pelvis, y el tronco caería para delante; pero la contracción de sus músculos extensores los mantienen derechos. Los músculos extensores de la pierna impiden á la vez que las rodillas se doblen, y los músculos extensores del pie mantienen la pierna en la posición vertical, de modo que el peso del cuerpo se transmite del muslo á la pierna, de la pierna al pie, y del pie al suelo.

§ 287. La posición sentada es menos fatigosa que la estación, porque transmitiéndose directamente el peso del cuerpo de la pelvis á la base de sustentación, no es necesario que los músculos extensores de los miembros abdominales se contraigan para mantener el equilibrio. En conclusión, cuando el hombre está acostado de espaldas ó de barriga, el peso de cada porción móvil de su cuerpo se transmite directamente al suelo, y por consiguiente, para mantenerse de esta manera, no tiene necesidad de contraer ninguno de sus músculos,

§ 288. **Marcha.** — Los movimientos progresivos con los cuales el hombre y los animales se trasladan de un lugar á otro, exigen que se imprima una velocidad determinada, en cierta dirección, al centro de gravedad del cuerpo. Dale esta impulsión la desplegadura de cierto número de articulaciones más ó menos dobladas y cuya posición es tal, que, del lado del centro de gravedad, pueden desplegarse libremente, mientras que, del lado opuesto, es difícil y hasta imposible, de modo que la totalidad ó la mayor parte del movimiento producido se verifica en la primera de dichas direcciones. Sucede en esto lo mismo que con un resorte de dos ramas, que tenga una de las extremidades apoyada en un obstáculo resistente, y en el cual las dos ramas, después de haber sido aproximadas por una fuerza extraña, vuelven á su libertad primitiva; en razón de su elasticidad, tenderán á separarse igualmente hasta volver á la posición que tenían antes de ser comprimidas; pero no pudiendo mover el obstáculo la apoyada en él, el movimiento se hará por completo en el sentido opuesto, y el centro de gravedad del resorte se separará de dicho obstáculo con velo-

cidad más ó menos grande. En el cuerpo de los animales, los músculos flexores de la parte empleada en esta clase de movimientos representan la fuerza que comprime el resorte, los músculos extensores representan la elasticidad que tiende á enderezarlo, y la resistencia del suelo ó la del fluido en el cual se mueven dichos seres representa el obstáculo que se opone á la traslación de una de sus extremidades.

Así, cuando caminamos, uno de nuestros pies se dirige hacia delante, mientras que el otro se extiende con la pierna; y como este último miembro se apoya en un suelo resistente, su alargamiento traslada la pelvis y proyecta adelante todo el cuerpo; la pelvis gira al mismo tiempo un poco sobre el fémur del lado opuesto á aquél sobre que se apoya; y la pierna, que había quedado primero atrás, se dobla, se dirige por delante de la otra, luego se endereza y sirve á su vez de sostén al cuerpo, mientras que el otro miembro, extendiéndose, da nueva impulsión al centro de gravedad. Por medio de estos movimientos alternativos de extensión y de flexión, lleva cada pierna á su vez el peso del cuerpo como la haría en la estación sobre un solo pie, y á cada paso es empujado hacia delante el centro de gravedad. Pero se ve que éste debe al mismo tiempo y alternativamente trasladarse un poco á la derecha y á la izquierda para encontrarse directamente encima de cada una de sus bases de sustentación; y esta traslación se hace tanto más considerable, cuanto más ancha sea la pelvis, porque los miembros destinados á sostener alternativamente el tronco se hallan en tal caso más separados uno del otro.

§ 289. En todos los animales superiores, lo mismo que en el hombre, los miembros son los que sirven para la locomoción; pero la naturaleza de tales movimientos varía mucho en estos seres, y por consiguiente la conformación de aquellos instrumentos debe presentar diferencias correspondientes; pues, como ya hemos dicho, las funciones de un aparato están siempre en relación con su estructura.

La manera como la naturaleza apropia los mismos órganos á aplicaciones diferentes en relación con las costumbres de los animales es asunto de estudio interesante; pues se la ve llegar á los más variados resultados, sin separarse un solo instante del plan general por ella adoptado para la conformación de todas las especies de una misma clase, y sólo con cambios ligeros en la forma ó en las proporciones de algunos de los instrumentos cuyo conjunto constituye el cuerpo de estos seres. Los órganos de locomoción de los mamíferos nos presentan ejemplos de esto. Efectivamente, en esta clase existen seres destinados á moverse sólo en el agua, ó bien á nadar y á marchar alternativamente, otros que

se hallan organizados para la carrera; otros que poseen alas para revolotear en el aire á manera de las aves; y otros, en fin, que no emplean los miembros anteriores sino para asir ó palpar los objetos; y sin embargo, en todos estos animales se hallan compuestos los órganos de la misma manera. En las aletas de una foca (fig. 131), el ala de un murciélago (fig. 134), y la pata de una ardilla ó de un topo, se encuentran los mismos huesos que en el brazo del hombre (fig. 122).

§ 290. Cuando los miembros de un cuadrúpedo sirven solamente para la locomoción, representan unas especies de columnas con la extremidad inferior un poco ensanchada. En efecto, la existencia de dedos largos y flexibles perjudicaría su solidez, aumentaría su peso y no sería de ninguna utilidad al animal: además, en los mamíferos mejor organizados para la carrera, tales como el caballo, el ciervo ó el camello (fig. 123), los miembros son delgados y poco ó nada hendidos en su extremidad; el número de dedos se halla reducido al mínimo; en ocasiones sólo existe uno (fig. 128), otras veces se distinguen dos (fig. 129), sea solos, sea unidos á los vestigios de un tercero y hasta de un cuarto apéndice rudimentario, siendo siempre las divisiones terminales muy cortas y poco movibles.

Según lo que hemos dicho más atrás relativamente á la influencia de las palancas sobre la velocidad de los movimientos (§ 267), se puede prever también que, en los animales de carrera más rápida, los miembros deben necesariamente ser muy largos; porque siendo la misma la velocidad con que se contraen los músculos, la traslación de la extremidad libre de aquellos órganos adquirirá tanta mayor velocidad, cuanto más alejada se halle esta extremidad del punto de inserción de dichos músculos motores y del punto de articulación de la palanca con el cuerpo[1]. Así para dar á un animal movimientos lentos ó una gran agilidad, basta que la naturaleza los provea de miembros muy cortos ó patas muy largas, y de dar á sus músculos potencia correspondiente al esfuerzo que deben ejercer.

§ 291. **Salto.** — En la *marcha*, es sostenido el peso del cuerpo por una porción del aparato locomotor, mientras que su centro de gravedad es empujado hacia delante por la otra parte de este aparato, de manera que el animal no deja jamás de tocar en el suelo. En el *salto*, no sucede lo mismo: el cuerpo se separa en

[1] Los miembros son palancas de tercer género. El pie está al contrario dispuesto de manera que favorece el empleo de la fuerza á expensas de la velocidad, porque la potencia está aplicada al talón, el punto fijo está bajo los dedos y la resistencia se encuentra en el lugar que se articula la pierna con el tarso. El pie representa pues una palanca de segundo género.

él momentáneamente del suelo y se lanza al aire para caer á una distancia más ó menos considerable. Este movimiento resulta de la desplegadura súbita de diversas articulaciones de los miembros, que antes se hallaban muy dobladas; y, para que el cuerpo pueda ser lanzado con fuerza de este modo, es necesario que la especie de resorte representada por los miembros tenga una longitud considerable, á fin de que, al extenderse, imprima más fácilmente una gran velocidad al cuerpo que él está encargado de lanzar como un proyectil. Ahora bien, en los cuadrúpedos, son principalmente las patas traseras las que sirven para empujar el cuerpo adelante, mientras que las patas delanteras sostienen el peso y aseguran su estabilidad. Dedúcese de lo que queda dicho que en el salto, los miembros posteriores son los que obran principalmente, y, en los animales mejor conformados para saltar con agilidad, éstos son los miembros que deben ser á la vez muy largos y muy flexibles; no hay necesidad que los miembros anteriores presenten análogo desarrollo, y, si adquiriesen longitud igual á los del cuarto trasero, estorbarían al animal y aumentarían inútil-

Fig. 130. — Esqueleto de kanguro.

mente su peso. Por esto en los animales dotados de la facultad de salvar á saltos distancias considerables, existe siempre gran desigualdad entre los miembros: los delanteros son pequeños y ligeros, mientras que los traseros presentan una longitud considerable, y están dispuestos de manera que pueden doblarse mucho y extenderse con fuerza. Este modo de organización se observa ya en los gatos y conejos, pero llega á un grado mucho más elevado en los gerbos y los kanguros (fig. 130).

§ 292. **Natación y vuelo.** — La *natación* y el *vuelo* son movimientos análogos al del salto, pero que se verifican en fluidos

cuya resistencia reemplaza, hasta cierto punto, la del suelo en los fenómenos cuyo mecanismo acabamos de exponer.

Los miembros que, extendiéndose y replegándose hacia atrás, deben impulsar el cuerpo adelante, se apoyan en este caso en el fluido circundante, y tienden á rechazarlo con velocidad más ó menos grande; si la resistencia que el aire ó el agua presentan en dicho sentido es superior á la que se opone al movimiento del animal mismo en sentido contrario, dichos fluidos ofrecerán al miembro un punto de apoyo, y el movimiento producido será el mismo que si un resorte tocase, por su extremidad posterior, un obstáculo invencible, pero que no se desdoblase sino con fuerza igual á la diferencia que existiese entre la velocidad que desarrolla y la que él imprime al fluido circundante rechazándolo para tras. Luego, cuanto menos denso sea el fluido ambiente en el cual se mueve el animal, menos resistente será el punto de apoyo que le presente, y mayor será la fuerza necesaria para adelantar de velocidad la traslación de este punto de apoyo y para impulsar el cuerpo adelante; por esto necesita el vuelo una potencia motriz bastante mayor que la natación, y tanto uno como otro de estos movimientos no podrían ser efectuados con la fuerza que, en igualdad de circunstancias, basta para determinar el salto en una superficie sólida. Pero este gran desarrollo de fuerza motriz no es la única condición necesaria para la locomoción aérea ó acuática; como el animal introducido en un fluido encuentra de todos lados una resistencia igual, la velocidad que hubiese alquirido rechazando atrás este fluido no tardaría en ser anulada por la resistencia del fluido que tendría necesidad de trasladar por delante, si no pudiese disminuir considerablemente la superficie de los órganos locomotores inmediatamente después de haberse servido de ellos para darse la impulsión. Esto es efectivamente lo que sucede, y uno de los caracteres de todo órgano de vuelo ó aun de natación es de poder cambiar de forma ó de inclinación, de modo que presente en la dirección opuesta á la del movimiento que produce una superficie alternativamente muy ancha y muy estrecha.

§ 293. Cuando las patas de un cuadrúpedo deben servir á la vez para la marcha y para la natación, la naturaleza las apropia á esta última aplicación disponiendo sus dedos de modo que puedan separarse unos de otros, uniéndolos con un pliegue de la piel que se extiende con la separación de dichos apéndices y presenta una vasta superficie propia para obrar en el agua, como lo haría un remo. Igualmente por la existencia de una *palmura* semejante se diferencian las patas de las aves acuáticas de otras aves; pero cuando los miembros no deben servir para la marcha, sino que están destinados exclusivamente á la natación, son mayores las

modificaciones que se observan en su estructura. Las partes correspondientes al brazo y al antebrazo son muy cortas, lo que permite á los músculos del miembro moverlas con mayor fuerza; la

Fig. 131. — Esqueleto de foca[1].

que representa la mano presenta á la vez una gran longitud, y los dedos, sólidamente unidos bajo una piel común, constituyen una suerte de pala. En ocasiones, el número y la estructura de los huesos que entran en la composición de este remo son los mismos que en la mano del hombre, aunque la forma exterior del órgano sea muy diferente: la foca nos presenta un ejemplo de esto (fig. 131). Algunas veces, sin embargo, los dedos de estas nadaderas difieren de otros por la existencia de mayor número de falanges, como se ve en la ballena; y otras veces los mismos dedos parece que están reemplazados por sinnúmero de varillas

Fig. 132. — Un pez volador (el dactilóptero).

óseas reunidas bajo una piel común, modo de organización que se encuentra en las aletas de los peces.

§ 294. La estructura de los órganos de la locomoción aérea presenta mucha analogía con la de las aletas; y por eso hay peces

[1] Los huesos están indicados con las mismas letras que en la fig. 128, pág. 222: — *s*, esternón; — *b*, pelvis.

que se sirven alternativamente de los mismos miembros para nadar y para volar, siendo la única particularidad que se observa en estos animales el grandísimo desarrollo de las aletas pectorales (fig. 132).

Fig. 133. — Galeopiteco.

Algunos animales pueden también sostenerse en el aire durante cierto tiempo, por medio de especies de alas formadas por un pliegue de la piel extendida por cada lado del cuerpo y sostenidas por las patas, sin que por esto cesen éstas de estar destinadas especialmente para la marcha: pero este aparato de vuelo del cual nos presentan ejemplos algunas ardillas y los galeopitecos, es siempre muy imperfecto, y en los animales destinados esencialmente á la locomoción aérea, existen siempre verdaderas alas.

En los animales vertebrados, esto es, en todos los que tienen esqueleto interior, las alas se hallan formadas por los miembros torácicos, cuya disposición es tal, que representan una especie de aleta ligera y de mucha extensión. Estas condiciones

Fig. 134. — Esqueleto de murciélago[1].

pueden ser satisfechas sin que la estructura del órgano se aleje

[1] Los diversos huesos están indicados con las mismas letras que en la figura 123, pág. 222: — *cl*, clavícula; — *po*, pulgar

mucho de la pata de un animal andador. Así sucede que, en los murciélagos (fig. 134), para constituir órganos de vuelo bastante poderosos, se ha limitado la naturaleza á unir los miembros torácicos por entero en un vasto repliegue de la piel, y á dar á los dedos grandísima longitud, de modo que al separarse puedan estirar esta especie de vela movible, como las varillas de un paraguas estiran la tela del mismo.

Á primera vista, las alas de las aves parecen muy diferentes de las de los murciélagos ó de los brazos del hombre, y, en efecto,

Fig. 135. — Esqueleto de un buitre[1].

lo que constituye casi toda su superficie son las plumas rígidas de que están cubiertas; pero la armadura sólida de estos órganos es poco más ó menos la misma que la del miembro de un cuadrúpedo: igualmente que en éste, el miembro está sostenido sobre de una porción basilar análoga al hombro, y se compone de húmero, cúbito, radio y mano (fig. 135). Esta última parte destinada sólo ó suministrar puntos de inserción á las plumas, es poco desarrollada y no presenta vestigios sino de pocos dedos.

Las alas de los insectos están, por lo general, construídas casi

[1] Los huesos están indicados con las mismas letras que en las figuras precedentes.

de la misma manera, con la sola diferencia que el repliegue cutáneo que las constituye está sostenido por nervuras córneas, en vez de encerrar partes análogas á los huesos de los miembros.

§ 295. **Órganos de prehensión.** — En fin, por ligeras modificaciones en la forma de los huesos y en la disposición de sus articulaciones, en lugar de ser los miembros tan solo propios para la locomoción, se vuelven igualmente instrumentos más ó menos perfectos de prehensión; para convencerse de ello, basta comparar entre sí los miembros torácicos y abdominales del hombre (fig. 125 y 126). En efecto, nuestra mano, tan admirablemente organizada para asir y palpar los objetos, no difiere del pie sino por los movimientos de rotación que puede ejecutar, que dependen del modo de articulación de los huesos del antebrazo; por la longitud de los dedos, por su mayor flexibilidad y por la disposición del pulgar, que puede torcerse bajo los otros dedos, de manera á formar con éstos una especie de pinzas.

Fig. 136. — Sajú carita blanca (*Cebus hypoleucus*).

En los mamíferos que se nutren de frutas y que son los mejor organizados para trepar á los árboles, los cuatro miembros se hallan terminados por manos, y con frecuencia la naturaleza provee aún á estos animales de un quinto instrumento de prehensión, dando á sus colas bastante longitud y flexibilidad para arrollarse en las ramas en las cuales se enganchan (fig. 136). Numerosos

monos del nuevo continente, entre los mamíferos, y los camaleones entre los reptiles, nos presentan ejemplos de esta cola prehensil.

VOZ.

§ 296. Las relaciones que deben existir entre un animal y los que le rodean no se establecen solamente por medio de los movimientos que acabamos de estudiar. Muchos de estos seres están dotados de la facultad de producir sonidos y hasta pueden servirse de ellos como medios de expresión y de comunicación.

En los animales más inferiores no existe ningún vestigio de esta facultad; y en los insectos el ruido monótono que se llama canto de estos pequeños seres, no resulta por lo general, sino del frotamiento de sus alas ó de algunas otras partes de su envoltura tegumentaria unas contra otras, de suerte que el sonido producido es consecuencia necesaria de ciertos movimientos, de los del vuelo, por ejemplo, y no pueden ser considerados como fenómeno de expresión: según todas las probabilidades, el tal ruido no sirve sino para revelar la presencia del que lo produce á sus semejantes ó á otros animales destinados por la naturaleza á cazarlos. En los animales superiores, al contrario, la voz adquiere más importancia: se halla completamente bajo la dirección de la voluntad, ofrece más variedad y depende de diferente causa; pues en todos estos seres, la producción de los sonidos se efectúa por el paso del aire en una parte determinada del conducto respiratorio, dispuesta de manera que hace vibrar dicho fluido.

§ 297. En el hombre y los demás mamíferos se forma la voz en la porción del conducto aerífero que se llama *laringe*, que está situada en la parte alta del cuello, entre la cámara posterior de la boca y la tráquea (fig. 40, pág. 48). En efecto, una abertura hecha á la tráquea por debajo de aquel órgano, al permitir al aire espirado escaparse al exterior sin atravesarlo, impide completamente la producción de los sonidos; mientras que una incisión semejante, pero situada por encima de la laringe, no destruye la voz: se ha conocido esto por experimentos en animales vivos, y casos patológicos observados en el hombre mismo han confirmado esta verdad. Así, se conocen casos de personas que, á causa de una herida ó de una enfermedad, tenían por delante del cuello una abertura que llegaba á la tráquea y daba paso al aire lanzado de los pulmones por los movimientos de espiración: ahora bien, estos enfermos se hallaban todos privados de la voz, pero con frecuencia ha sido fácil volverles la facultad de producir sonidos aplicándoles al rededor del cuello una especie de corbata

de modo que tapase la herida, obligando al aire espirado á seguir su camino natural, esto es, á pasar por la laringe.

§ 298. **Laringe.** — La laringe es un tubo ancho y corto que se halla suspendido del hueso hioides (*h*, fig. 137), y que se continúa inferiormente con la tráquea (*tr*). Sus paredes están formadas por diversas láminas cartilaginosas designadas por los anatómicos con los nombres de *cartílago tiroides* (*t*), *cartílago cricoides* (*c*) y *cartílagos aritenoides* (*ar*, fig. 138). Por delante se nota en ella la saliente conocida con el nombre de *nuez de Adán* (*a*), y en el interior la membrana mucosa que la cubre forma hacia su mitad dos grandes repliegues laterales dirigidos de delante atrás y dispuestos casi como los lados de un ojal. Estos pliegues (fig. 138 y 139) se llaman *cuerdas vocales*, ó *ligamentos inferiores de la glotis* : son bastante gruesos, y su longitud

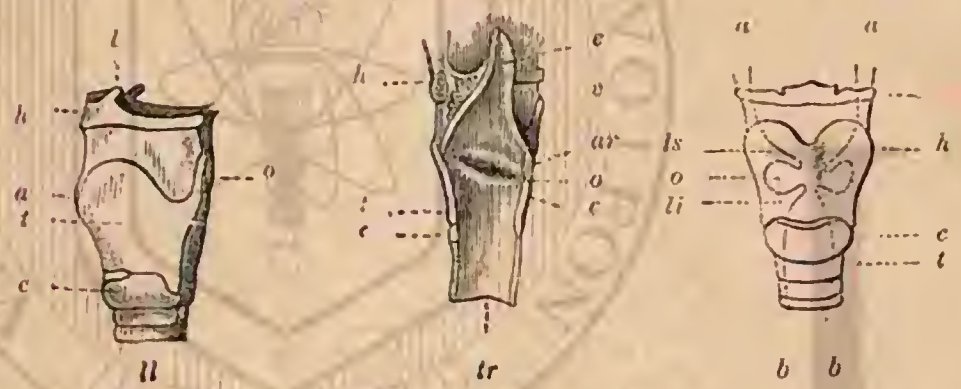


Fig. 137[1]. Fig. 138. Fig. 139.

es tanto mayor, cuanto más saliente sea la parte anterior del cartílago tiroides (ó nuez de Adán) en la cual se fijan, y, por medio de las contracciones de un músculo pequeño que se halla en su interior y de los movimientos de los cartílagos aritenoides en los cua-

---

[1] Fig. 137. Laringe del hombre vista de perfil; — *h*, hueso hioides; — *l*, cuerpo del hueso hiodes en donde se fija la base de la lengua; — *t*, cartílago tiroides; *a*, saliente formada por delante por el cartílago tiroides, y conocida con el nombre vulgar de *nuez de Adán* : el cartílago tiroides está unido al hueso hioides por una membrana; *c*, cartílago cricoides; — *tr*, traquearteria.

Fig. 138. Corte vertical de la laringe : — *h*, hueso hioides; — *t*, cartílago tiroides; — *c*, cartílago cricoides; — *ar*, cartílago aritenoides; — *o*, ventrículo de la glotis, formado por el espacio que dejan entre sí las cuerdas vocales y los ligamentos superiores de la glotis; — *e*, epiglotis; — *tr*, tráquea; — *v*, pared posterior de la laringe en relación con el esófago.

Fig. 139 Laringe vista de frente. El contorno de la pared interior está indicado por las líneas *ab*, *ab*; — *li*, ligamentos inferiores de la glotis ó cuerdas vocales; — *ls*, ligamentos superiores. Las demás partes van indicadas con las mismas letras que en las figuras precedentes.

les se fijan por detrás (*ar*, fig. 138), pueden estirarse más ó menos, y acercarse ó separarse de manera que aumente ó disminuya la especie de hendidura que las separa. Poco más arriba de estas cuerdas vocales se encuentran otros dos repliegues análogos de la membrana mucosa de la laringe; llámaseles *ligamentos superiores de la glotis*, y se dá el nombre de *ventrículos de la laringe* á las dos cavidades laterales que las separan de los ligamentos inferiores (*v*, fig. 138 y 139). El espacio comprendido entre dichos cuatro repliegues constituye lo que se llama la *glotis*. En conclusión, se observa también encima de la abertura superior de la laringe una especie de lengüeta fibro-cartilaginosa, llamada *epiglotis* (*e*, fig. 138) que está fijada por su base por debajo de la raíz de la lengua, y que se eleva oblicuamente en la cámara posterior de la boca (fig. 41), pero que puede, sin embargo, bajar y cubrir la glotis, como ya hemos dicho hablando de la deglución (§ 61).

§ 299. **Mecanismo de la voz.** — En el estado natural, el aire expulsado de los pulmones pasa libremente la laringe y no produce en ella ningún sonido; pero, cuando los músculos de este órgano se contraen y se vuelve más rápido el paso del aire en su interior, la voz se deja oir. Un experimento hecho por el célebre médico antiguo Galeno, demuestra la necesidad de tales contracciones para la formación de los sonidos. Cortó, en animales vivos, los nervios que se dirigen á los músculos de la laringe, y esta operación, que determina la parálisis de dichos órganos, trajo á la vez la pérdida de la voz. En fin, otros experimentos prueban que la producción de los sonidos depende especialmente de la acción de los ligamentos de la glotis; pues, cuando se cortan los ligamentos superiores, se debilita considerablemente la voz, y cuando se cortan los repliegues inferiores ó cuerdas vocales, se la extingue.

§ 300. La mayor parte de los fisiólogos creen que, en la formación de la voz, obra la laringe del mismo modo que lo haría un instrumento de lengüeta cualquiera, un óboe, verbigracia; esto es, que la corriente de aire que viene de los pulmones separa las cuerdas vocales hasta que estos elásticos labios, al contraerse, interrumpen momentáneamente el paso del fluido, que no tarda en separarlos de nuevo, produciendo así movimientos de vaivén (ó vibraciones) bastante rápidos para producir sonidos.

Puédese también, según la teoría física de los instrumentos de música comunes, explicarse las principales diferencias que nos ofrece la voz humana considerada en individuos diversos, ó en el mismo individuo cuando varía las entonaciones.

Así, nos enseña la física que, cada vez que una cuerda elástica

sea estirada con mucha fuerza, ejecutará vibraciones más rápidas que al hallarse más floja, y que producirá, por consiguiente, un sonido más agudo, porque la agudeza y gravedad de los sonidos dependen del número más ó menos considerable de oscilaciones que se sucedan en un tiempo dado. Ahora bien, los ligamentos inferiores de la glotis, como ya hemos dicho, están formados de manera que puedan estirarse ó aflojarse á diferentes grados, y se ha comprobado con la observación, que estas partes se estiran siempre con tanta más fuerza, cuanto más aguda se trata de hacer la voz. La longitud de una cuerda ó de una lámina elástica como las que se emplean en la construcción de una lengüeta, influye igualmente en la elevación del sonido producido por su vibración, y se sabe, por ejemplo, que reduciendo á la mitad la cuerda de un violín, se obtiene un sonido una octava más alto que el producido por la misma cuerda cuando tenía toda su longitud. Si la voz se forma siguiendo leyes análogas, será necesario, pues, que exista relación entre la longitud de las cuerdas vocales y la gravedad de los sonidos producidos; y, en efecto, ya hemos visto que, por las contracciones de los diversos músculos de la laringe, dichos repliegues, en vez de quedar libres en toda su longitud, pueden acercarse hasta el punto de tocarse en una extensión más ó menos considerable; y cuando de este modo se encuentran, la parte de sus bordes, susceptible de vibrar á modo de lengüeta, debe necesariamente experimentar un acortamiento correspondiente y debe producir un sonido más agudo. En conclusión, la longitud de tales cuerdas vocales es mucho más considerable en la laringe del hombre que en la de las mujeres ó de los niños, y existe, como es sabido, una diferencia considerable en el diapasón de sus voces.

§ 301. La intensidad ó el volumen de la voz depende en parte de la fuerza con que el aire es expulsado de los pulmones, en parte de la facilidad con que las diferentes partes de la laringe entran en vibración, y de la extensión de las cavidades de este órgano. En algunos mamíferos notables por sus gritos atronadores, existen grandes células en comunicación con la glotis, y se atribuye la fuerza de su voz á la resonancia del aire contenido en dichas cavidades: esta conformación se encuentra en el asno, por ejemplo, pero es aun más pronunciada en ciertos monos de América, conocidos con el nombre de chilladores.

§ 302. El timbre de la voz parece que depende en parte de las propiedades físicas de los ligamentos de la glotis y de las paredes de la laringe, y en parte de las de la porción siguiente del tubo vocal. Sábese que el timbre de los instrumentos de música varía mucho, según estén construidos de madera, metal ó cualquiera otra sustancia, y se ha observado una coincidencia entre

ciertas modificaciones de la voz humana y el endurecimiento más ó menos grande de los cartílagos de la laringe. En las mujeres y los niños, cuya voz tiene un timbre especial, son estos cartílagos flexibles y tienen poca dureza; mientras que en el hombre y en algunas mujeres de voz varonil, es fuertísimo el cartílago tiroides y algunas veces más ó menos completamente osificado.

La forma de la abertura exterior del aparato vocal influye igualmente en el timbre de los sonidos producidos. Cuando éstos atraviesan solamente las fosas nasales, se vuelven desagradables y gangosos; cuando la boca está demasiado abierta, adquiere la voz al contrario fuerza y extensión, y el grado de tensión del velo del paladar y de otras partes de la cámara posterior de la boca modifica también las cualidades del sonido.

§ 303. En las aves, se forma la voz principalmente en un órgano particular que se parece un poco á la laringe común, pero que se halla en la parte inferior de la traquearteria, en el sitio en el cual se divide este conducto para formar los bronquios: esta segunda laringe, ó *laringe inferior*, presenta estructura complicadísima en los pájaros cantores; más adelante tendremos ocasión de hacer conocer su conformación.

§ 304. **Modificaciones de la voz.** — Los sonidos producidos por el aparato vocal no son siempre de igual clase y se distinguen en grito, canto y voz natural ó voz adquirida.

El *grito* es un sonido generalmente agudo y desagradable, poco ó nada modulado, y que difiere sobre todo de los demás sonidos vocales por su timbre; es el único que pueden formar la mayor parte de los animales, y, á este respecto, el hombre no se distingue de estos últimos sino á causa de la educación. El niño que acaba de nacer no sabe lanzar sino gritos, y su voz no cambia cuando está privado del sentido del oído; pero cuando oye lo que se dice á su alrededor, aprende de sus semejantes y se acostumbra por su propia experiencia á modularla y á producir sonidos de una clase especial. Esta *voz adquirida* difiere del grito por su intensidad y por su timbre, pero no está formada así sino por sonidos, cuyos intervalos y relaciones armónicas no distingue distintamente el oido. El *canto*, al contrario, se compone de sonidos apreciables ó musicales cuyas oscilaciones son regulares, y pueden ser de cierto modo contadas por el oido.

§ 305. El hombre posee también la facultad de modificar de una manera especial los diferentes sonidos de su voz. Puede articular estos sonidos; dase á este acto el nombre de *pronunciación*.

Los órganos de la pronunciación son la faringe, las fosas nasales y las diferentes partes de la boca; según obren estos ór-

ganos de tal ó cual manera, toma tal ó cual carácter el sonido producido por la laringe y constituye un sonido articulado particular.

El hombre no es el único ser que tiene la facultad de articular los sonidos y de pronunciar voces de este modo, pero es el único que sabe dar sentido á los vocablos que pronuncia y á la disposición que les da; él solo se halla dotado de la palabra.

INTELIGENCIA É INSTINTO.

§ 306. Habiendo estudiado los órganos con los cuales el hombre y los demás animales adquieren el conocimiento de los objetos exteriores y obran sobre los que les rodean, réstanos solamente, para acabar el estudio de las funciones de relación, ocuparnos en el poder que determina sus acciones y de los fenómenos del entendimiento. Este ramo de la fisiología ha sido más cultivado por los filósofos que por los naturalistas, y no podríamos detenernos largo tiempo en él sin salir del cuadro trazado por la Universidad para la enseñanza de la Zoología, pero nos parece indispensable decir aquí algunas palabras de asunto tan interesante.

En el hombre es donde todos los fenómenos del entendimiento presentan más perfección, y solamente estudiando lo que se pasa en nosotros mismos podemos formarnos alguna noción de la mayor parte de las operaciones del espíritu. En el hombre igualmente es donde las facultades intelectuales han sido más observadas y donde se han analizado con mayor atención; así es que nos será necesario tomar el hombre como primer ejemplo en la investigación del asunto que nos ocupa; y con nosotros mismos tendremos que comparar después los animales, si queremos considerar las facultades con que la naturaleza los ha dotado é indicar las causas de sus acciones.

§ 307. **Facultades del entendimiento humano.** — Hemos visto que el contacto inmediato de los objetos exteriores, ó la influencia de agentes intermediarios entre estos objetos y nuestros órganos, produce en las partes sensibles de la economía cierto cambio de estado ó *impresión*, cuya naturaleza nos es desconocida y cuyo efecto es una excitación que, transmitida por los nervios hasta el cerebro, es percibida por nuestro espíritu, dando así lugar á una *sensación*. La sensación es pues una cosa distinta de la impresión y de la excitación de que ella resulta, y consiste realmente en la *conciencia* que tenemos de dicha impresión. Es un fenómeno que no es siempre la consecuencia necesaria de tales excitaciones, y en muchos casos, no *sentimos* las

impresiones recibidas por las partes sensibles de nuestro cuerpo aunque la excitación así producida haya sido llevada por los nervios hasta el encéfalo de la manera común, porque el efecto de esta excitación sobre el cerebro puede pasar sin ser percibido por la potencia interior que los filósofos llaman á menudo el *yo*, y que se designa con más frecuencia en el lenguaje vulgar, con el nombre de *espíritu* ó *alma*. La facultad de experimentar sensaciones es por consiguiente una propiedad del espíritu ó de algún agente análogo, y constituye, por decirlo así, la base de todo trabajo intelectual.

§ 308. Nada cambia, durante el sueño, en el estado de la mayor parte de los órganos de los sentidos, y por consiguiente éstos deben, como durante la vigilia, recibir impresiones bajo la influencia de los objetos exteriores; pero estas impresiones no dan de ordinario lugar á ninguna sensación, sea porque el cerebro cese momentáneamente de ser apto para transmitir al espíritu excitaciones recibidas en tal estado, sea porque el espíritu mismo pierde entonces parte de su actividad. La influencia del alma sobre las sensaciones es igualmente evidente durante la vigilia; pues, por efecto de la voluntad, se puede concentrar de cierta manera el espíritu sobre tal ó cual excitación, de modo que pueda recibir sensaciones mucho más intensas y mucho más distintas que lo que sucedería en circunstancias normales. Así, todo el mundo sabe que en medio de muchas conversaciones que se cruzan con igual fuerza, se puede seguir el discurso de la persona cuyas frases interesan más, y dejar pasar sin percibirlas todas las impresiones producidas en nuestro oído por las demás voces; y, cuando el espíritu se encuentra muy preocupado, sucede á menudo que no se ve lo que se tiene delante de los ojos, y que no se siente el dolor que debiera producir una herida ó una enfermedad.

La facultad de dirigir de este modo voluntariamente nuestro espíritu hacia las excitaciones recibidas del exterior, ó hacia las operaciones del entendimiento mismo, constituye lo que se llama la *atención*.

§ 309. Las sensaciones que nos llegan de fuera, ó que resultan de un estado cualquiera de nuestros mismos órganos, son de distintas calidades; tan luego agradables, como más ó menos dolorosas, y varían unas de otras según las recibamos por uno ú otro de nuestros sentidos, ó que sean determinadas por causas diferentes. Cuando un niño comienza á experimentarlas, no sabe aún á que atribuirlas; pero existe en nuestro espíritu una tendencia á la *inducción*, por medio de la cual somos conducidos naturalmente á relacionar todo efecto con una causa, y á buscar

esta causa en las circunstancias que acompañan ó preceden al fenómeno. De este modo somos conducidos á relacionar lo que experimentamos con los objetos que nos rodean, y la experiencia no tarda en confirmar este *juicio*, pues la diversidad de nuestros sentidos y las maneras diferentes como cada uno de ellos puede ser afectado nos permite reconocer una coincidencia constante entre ciertas sensaciones y la presencia de ciertos objetos. Así adquirimos la conciencia de la existencia de los cuerpos exteriores; distinguimos sus calidades ó maneras de obrar diversas, y nos formamos una noción ó idea de los objetos, ó dicho de otro modo, los *percibimos*.

De esta suerte, cuando un niño siente el olor de una flor, busca naturalmente la causa de esta sensación, y si, á la vez, ve cerca de él dicha flor ó si puede cogerla, se ve conducido á considerarla como causa de la impresión que ha recibido. Si en seguida su olfato cesa de ser excitado de tal manera cuando se aleja de la flor, y si la misma sensación vuelve desde que toca ó ve de nuevo un objeto que tenga la propiedad de obrar sobre los sentidos de la vista ó sobre los sentidos del tacto de la misma manera que la flor de que hemos hablado, no tardará en confirmarse en su juicio, y en asociar en su espíritu las sensaciones recibidas por los sentidos del olfato, de la vista y del tacto, como debidos á otras tantas cualidades de un mismo cuerpo. Después le bastará reconocer una de estas cualidades ó caracteres para inferir de ella la existencia de otras, hasta que encuentre objetos donde no se hallen todas reunidas; y entonces, si tiene algún interés en hacerlo, buscará otras diferencias propias para hacerle distinguir estos cuerpos que estaba antes expuesto á confundir. Las sensaciones que nos llegan por los demás sentidos determinan en nuestro espíritu un trabajo análogo, y sobre todo por el concurso de las diferentes maneras de sentir adquiere el hombre ideas sobre la existencia de lo que le rodea. El sentido que, para ayudarnos á adquirir percepciones de esta clase, podría mejor prescindir de todo socorro extraño, es el del tacto, porque se puede ejercer simultáneamente en las diferentes partes de nuestro cuerpo, y porque basta solo para darnos también al mismo tiempo dos ó más sensaciones, de la comparación de las cuales resulta un juicio, ya sobre la existencia del cuerpo extraño que las determina, ya sobre la calidad de este cuerpo.

Cuando la experiencia nos ha enseñado la significación de las sensaciones que experimentamos, nuestro espíritu no titubea ya entre las sensaciones y las conclusiones que de ellas se deducen; juzga sin tardanza, sin esfuerzo y hasta sin saberlo, lo que antes tenía necesidad de examinar y considerar largamente; sus juicios

sobre la causa de las sensaciones se hacen al mismo tiempo más seguros, y aprendemos en realidad á servirnos de los sentidos de que la naturaleza nos ha provisto. Pero es un error el que, para expresar este hecho, digan á menudo los fisiólogos que nuestros sentidos se perfeccionan con el ejercicio, y que tienen necesidad de una especie de educación: la facultad de recibir las impresiones no es la que se modifica de este modo, sino la facultad de apreciar las sensaciones, de compararlas, de distinguirlas, en una palabra, de juzgarlas. En efecto, el *juicio* es el que nos vuelve aptos para aprovecharnos de nuestras sensaciones y formarnos nociones de los objetos que las determinan. Pero este trabajo del entendimiento no bastaría para traer tal resultado, si se ejerciese sólo sobre las sensaciones del momento, y éstas no pudiesen ser comparadas con las sensaciones recibidas anteriormente y con las ideas que ya han hecho nacer.

§ 310. Existe en efecto otra facultad del espíritu que desempeña una importante función en todos los fenómenos intelectuales y que nos es indispensable para adquirir el conocimiento de los objetos que nos rodean: es la *memoria* ó la facultad de tener de nuevo la conciencia de una sensación pasada, ó de una idea deducida precedentemente de nuestras impresiones. Como todos saben, las sensaciones que recibimos y las ideas que adquirimos pasan con más ó menos rapidez, y parece que se presentan solamente á nuestra conciencia para desaparecer en seguida; pero, en realidad, no se borran completamente y pueden con frecuencia, bajo la influencia de la voluntad ó por cualquiera otra causa, reproducirse en nuestro espíritu, sin que no obstante revistan jamás el carácter de una sensación actual. Este poder conservador, tan precioso para la inteligencia, se ejerce en general tanto más fácilmente, cuanto con más fuerza se presentó antes la sensación ó la idea, ó más frecuentemente se ha repetido: es como si cada acto del entendimiento fuese acompañado de cierto cambio permanente en un punto determinado del cerebro, que este cambio fuese tanto más marcado cuanto resultase de una acción más fuerte ó de una suma más considerable de acciones débiles, y que la traza producida de esta manera fuese apreciable al espíritu, desde el momento que ofreciese cierto grado de intensidad. Otras circunstancias influyen igualmente en este fenómeno intelectual, la edad verbigracia. Así, en los primeros años de la vida, se halla la memoria muy desarrollada; en los ancianos rara vez es bastante fuerte para retener las ideas producidas por las sensaciones entorpecidas que el hombre experimenta en este avanzado período de su existencia, y no conserva más que lo que se grabó en ella en su juventud; en ocasiones hasta se pierde completa

mente con los progresos de la edad, y en el adulto mismo ya es más débil que en el adolescente y el niño: por esto se adquieren en la juventud más fácilmente todos los conocimientos que no exigen mucha reflexión, como las lenguas, la historia, las ciencias descriptivas, etc. Debe igualmente observarse que el ejercicio tiende á hacer más fuerte la memoria, y que, en ciertas enfermedades mentales, se puede perder casi completamente, sin que el enfermo cese de poseer la facultad de recibir sensaciones del exterior y de deducir de ellas nociones sobre los objetos que le rodean.

La inteligencia humana es raramente susceptible de ser impresionada de una manera igual por sensaciones de diversa naturaleza, y los diferentes hombres perciben con mucha desigualdad las ideas del mismo órden. Ahora bien, las sensaciones más vivas son siempre, como lo acabamos de decir, las que mejor conserva la memoria, y, por consiguiente, es fácil prever que la facultad de guardar así en el espíritu las ideas de diverso orden debe variar de un modo análogo. En efecto, en el mismo individuo existen, por decirlo así, tantas memorias distintas como órdenes de sensaciones diferentes hay: tiene la memoria de las palabras, la memoria de las formas, la de los lugares, la de la música, etc., y es rarísimo que un hombre las posea todas de la misma fuerza; por lo general predomina una de estas cualidades, y, en ciertas enfermedades mentales, se ha visto perderse completamente una especie de memoria sin que las demás hayan sido sensiblemente afectadas. Pero no hay que deducir de estos hechos que existan realmente tantas facultades distintas; las desigualdades que se observan en la memoria, según se diriga á tal ó cual sujeto, depende, según parece, de desigualdad en la disposición del espíritu para percibir diversos géneros de ideas, y corresponden con aptitud más marcada para tal ó cual clase de trabajo intelectual.

§ 311. La facultad del *juicio*, de que ya se ha tratado, no se ejerce solamente de la manera sencilla como la hemos visto intervenir en la percepción ó formación de nuestras ideas, relativas á la existencia ó ausencia de las cualidades de los objetos, considerados como causa de nuestras sensaciones. Las nociones adquiridas de este modo no permanecen aisladas en nuestro espíritu; poseemos también el poder de compararlas, de comprender las relaciones que tienen entre sí, de sacar de ellas deducciones; en una palabra, de juzgar las ideas, lo mismo que las cosas; aun podemos relacionar estos juicios unos con otros para de ellos deducir nuevas conclusiones formando de este modo un *razonamiento*. Estas operaciones del espíritu, cuando llegan á un alto

grado de perfección, necesitan la *reflexión* ó la consideración de lo que pasa en nuestra inteligencia misma, y este poder se halla tan desarrollado en nosotros, que nos da hasta la conciencia de nuestras propias facultades y nos permite observar los fenómenos de nuestro entendimiento lo mismo que los del mundo exterior.

§ 312. La *imaginación*, ó el poder de hacer surgir en nuestro espíritu ideas que no dejan directamente sensaciones actuales ó nociones ya existentes en nuestra memoria, es también una facultad que desempeña importantes funciones en los fenómenos de la existencia humana; pero lo que contribuye sobre todo á dar á ésta su inmenso desenvolvimiento, es la tendencia que tenemos á crear signos para representar nuestras ideas, á pensar por medio de estos signos, y á generalizar nuestros pensamientos.

§ 313. En fin, la *voluntad*, que nos da el poder de concentrar de cierta manera nuestra conciencia sobre ciertas sensaciones actuales, sobre las trazas que han dejado en nuestra memoria sensaciones pasadas ó aun sobre las operaciones de nuestro espíritu, esto es, de hacer acto de atención ó de reflexión; nos permite igualmente imprimir á nuestros pensamientos una dirección determinada, interrumpir su curso y de elegir, hasta cierto punto, el objeto. Pero también existen en nosotros tendencias naturales que, independientemente de nuestra voluntad, nos conducen á ejecutar ciertas operaciones del espíritu con mayor facilidad que otras y que nos hacen preferir ideas de un determinado orden. La tendencia á la inducción, de que ya hemos tenido ocasión de hablar, es una de estas disposiciones innatas de la inteligencia humana; el sentimiento de la justicia, de lo bueno, de la piedad, en una palabra, todas las *cualidades morales* que se presentan ya más ó menos desenvueltas en el niño y que se encuentran en todos los hombres, independientemente de los efectos de la educación, pertenecen también al número de ellas y aun se puede incluir en la misma clase la disposición que tenemos á buscar las causas de los fenómenos de que somos testigos, ó á ocuparnos en cálculos, en música, etc., tendencias que, lo mismo que las primeras, varían de intensidad según los individuos, y dan á los hombres, á causa mismo de esta desigualdad, muy diferentes aptitudes para los diversos trabajos de la inteligencia.

§ 314. Estos atributos del espíritu humano tienen gran analogía con otra clase de facultades que se pueden llamar *afectivas*, tales como la disposición natural que tenemos á querer y proteger á los niños, á buscar la sociedad de nuestros semejantes, etc. Enfin, estas últimas facultades tienen á su vez una analogía no menos grande con los *instintos* de que la naturaleza nos ha dotado. Dase este nombre á una tendencia ó impulsión que nos

inclina á ejecutar ciertos actos cuyas combinaciones no determina la voluntad ni la inteligencia, y de las cuales no prevé el espíritu el resultado. En el nombre, se hallan poco desenvueltas estas facultades instintivas y raramente son causa determinante de sus acciones; pero, en los animales, veremos más adelante que desempeñan importante función, haciendo á menudo veces de inteligencia; sólo en estos seres podemos formarnos idea bien exacta del instinto.

§ 315. **Principios de acción.** — Las diversas facultades del espíritu que acabamos de enumerar son la causa determinante de la mayor parte de nuestras acciones.

Ya hemos visto que, en la economía animal, ciertas acciones se verifican sin el concurso de la voluntad y de una manera *automática*: tales son los movimientos del corazón y las contracciones peristálticas de los intestinos.

Otros movimientos pueden igualmente producirse independientemente de la voluntad, pero no están completamente sustraídos á la influencia de esta fuerza: continúan cuando el animal ha perdido el sentido; pero en estado normal, éste puede á voluntad acelerarlos, debilitarlos ó interrumpirlos. Los movimientos respiratorios nos presentan un ejemplo de estos actos, que se podrian llamar *semi-automáticos*, y hemos visto que en los animales superiores la fuerza que los determina parece residir en la médula oblongada ó porción superior de la médula espinal (§ 125).

En fin, también hemos visto que una tercera clase de movimientos es por completo dependiente de la voluntad, y cesa enteramente desde que se interrumpen las funciones cerebrales. Estos actos, que los fisiólogos designan con el nombre de *movimientos voluntarios*, son los únicos de que tenemos que tratar aquí, porque son los solos que intervienen directamente en las funciones de relación: y, si analizamos los motivos que nos inducen á ejecutarlos, veremos que tales causas ó *principios de acción* son de dos clases: unos *racionales*, *instintivos* los otros.

Efectivamente, algunas veces á causa de un juicio y en la previsión de un resultado determinado se pronuncia nuestra voluntad de obrar; pero otras ocasiones, lo que nos induce á obrar, no es una operación de la inteligencia, sino una impulsión no calculada y de cierto modo ciega que se puede calificar de instintiva (dando sin embargo á esta voz su más lata acepción): por ejemplo, el deseo de satisfacer una necesidad física, como el hambre, ó de obedecer á alguna afección natural ó á algún instinto propiamente dicho, tales como el cariño maternal y el instinto que, sin el concurso de la experiencia ó de la educación, enseña al recién nacido á mamar del pecho de su madre.

§ 316. En conclusión, debemos también observar que, por la repetición frecuente de acciones racionales, adquirimos la facultad de ejecutarlas sin que la voluntad intervenga para determinarlas ó para regularlas, y en ocasiones hasta sin que tengamos conciencia de lo que hacemos: éste es un efecto bien conocido de la *costumbre*, y los movimientos producidos de este modo presentan gran semejanza con los que dependen del instinto verdadero; sólo que, para estos últimos, nos da previamente la naturaleza todo lo necesario para hacerlos producirse, mientras que, para los primeros, la disposición particular de que el fenómeno depende no se adquiere sino por el ejercicio y la educación.

El estudio de la influencia que la repetición de un acto cualquiera ejerce sobre la disposición á obrar, y las relaciones que pueden establecerse entre ciertos pensamientos y ciertas operaciones de la inteligencia ó determinaciones de la voluntad, esto es, de los efectos de la costumbre y de las asociaciones de ideas, constituye uno de los ramos más curiosos de la psicología; pero nos falta espacio para detenernos en él, y para el objeto que nos hemos propuesto, basta haber indicado la analogía que existe entre los resultados de la costumbre y los impulsos del instinto.

§ 317. **Facultades de los animales.** — Habiendo pasado rápidamente revista á las principales facultades del hombre, podemos, con los conocimientos así adquiridos, tratar de conocer algunas nociones relativas á la naturaleza de los animales y á las causas de sus acciones. Pero este estudio presenta aún más dificultades que el del entendimiento humano; pues no podemos, como en nosotros mismos, observar directamente las operaciones del espíritu, y sólo analizando las acciones de estos seres podemos juzgar de lo que se pasa en ellos.

§ 318. Ya hemos dicho que todos los animales muestran signos de sensibilidad; pero en los de estructura muy sencilla, no parece que las sensaciones den lugar á ningún trabajo del entendimiento análogo al que pasa en nuestro espíritu cuando adquirimos la percepción de la causa de nuestras impresiones y nos formamos ideas relativas á lo que se halla á nuestro alrededor. Nosotros no percibimos en dichos seres ningún indicio de inteligencia, y la voluntad no se manifiesta en ellos sino por actos en extremo sencillos, tales como un cambio de dirección en los movimientos cuando encuentran accidentalmente un obstáculo en su camino. En efecto, parece que á fenómenos de este género se limitan las facultades de relación en los animálculos infusorios y en algunos otros zoófitos. Pero cuando se estudian animales más elevados en la series zoológicas, se ve que los actos se complican y se diversifican cada vez más, y á menudo no podemos explicár-

nosotros sino admitiendo, en los seres que los ejecutan, la existencia de instintos de admirable perfección, ó mismo de facultades análogas á las que, en el hombre, son necesarias para la producción de acciones parecidas, la memoria y el juicio, por ejemplo, y hasta el razonamiento. Cuando se observan superficialmente las costumbres de ciertos animales, como el castor, la abeja y la hormiga, casi se encuentra uno inclinado á atribuirles inteligencia poderosa; pero sólo en aquéllos cuyo organismo se aproxima más al del hombre, como los monos y el perro, verbigracia, existe realmente algo parecido á las facultades que hemos mencionado, y en los seres inferiores dependen casi todas sus acciones del instinto, aun las que parece que deben exigir más cálculo y previsión.

§ 319. **Instinto de los animales.** — Los caracteres que sobre todo distinguen las acciones instintivas de las que se pueden llamar inteligentes ó racionales, son el no ser resultado de la imitación ó de la experiencia, de ser ejecutadas siempre de la misma manera, y, según es probable también, sin ser precedidas de la previsión de su resultado ni de la de su utilidad. La razón supone juicio y elección; el instinto, al contrario, es una impulsión ciega que induce naturalmente al animal á obrar de una manera determinada; sus efectos pueden ser algunas veces modificados por la experiencia y el razonamiento, pero nunca dependen de ella, y estas últimas facultades influyen siempre tanto menos en las acciones del animal cuanto más perfectos sean sus instintos: en el hombre, la inteligencia reemplaza casi completamente el instinto, y, en los animales, el instinto es el que suple más ó menos completamente la falta de inteligencia.

Como ejemplo de una acción muy sencilla, pero sin embargo notable, y que evidentemente depende del instinto dado á los animales para guiarlos en el curso de la vida, citaremos un hecho observado tantas veces en los polluelos de pato que, empollados y criados por una gallina, sin ver jamás animales de la especie de ellos, á la primera ocasión, á pesar de los esfuerzos de la gallina y del ejemplo de los polluelos que les rodean, se lanzan no obstante al agua para nadar y vivir como los animales de su raza. Como ejemplos de actos de grandísima complicación que, á faltar el instinto de que dependen, no se podrían ejecutar sino bajo la influencia de la más previsora inteligencia, y necesitarían detenidos cálculos, citaremos también hechos fáciles de comprobar por cualquier observador: los trabajos de las abejas, cuyas construcciones presentan tan grande regularidad y tan admirable perfección y que tan propias son para los usos á que están destinadas. Ahora bien, estas obreras tan hábiles no tienen

necesidad de modelo ni de guía; desde sus comienzos en la carrera arquitectónica, ejecutan sin titubeos ni equivocaciones multitud de operaciones delicadas cuya utilidad no es inmediata; jamás se aprovechan de la experiencia para perfeccionar su sistema de trabajo, y de generación en generación ejecutan éste de la misma manera, sin que las obreras jóvenes necesiten las lecciones de las que ya se han ejercitado en construir; en fin, se las ve continuar su trabajo aun cuando las circunstancias en que se hallan lo hagan inútil. No se puede, pues, atribuir tales actos á la influencia de facultades análogas á las de nuestra inteligencia, porque éstas no bastarían para determinar resultados semejantes, y no se pueden explicar sino dándoles por causa una impulsión natural parecida á la que induce al niño recién nacido á mamar sin que se le haya enseñado.

Los instintos de los animales varían según las especies, y presentan un asunto de estudio interesantísimo tanto para el filósofo como para el naturalista. Para hacerlos conocer todos sería necesario aquí la historia particular de cada animal, y el espacio nos faltaría para tratar el asunto de este modo; pero, á fin de fijar las ideas de nuestros lectores en la naturaleza de los fenómenos que resultan de este género de impulsión innata, creemos deber describir aquí algunos de los más notables.

§ 320. Las principales acciones instintivas se pueden dividir en tres clases, según se relacionen con la conservación de la especie, con la conservación del individuo, ó bien con las relaciones de éste con los demás animales.

§ 321. De los instintos dados á los animales para asegurar su bienestar y para preservarlos de las innumerables causas de destrucción que les rodean, puede citarse en primera línea la disposición á alimentarse exclusivamente de ciertas sustancias determinadas. Algunos animales de los más inferiores no la poseen y engullen indistintamente todo lo que encuentran: diversos zoófitos se hallan en este caso; pero la mayor parte de los animales dan signos de ella más ó menos evidentes, y aun en ocasiones es tan poderoso este instinto que se ve á dichos seres rechazar toda especie de alimento, excepto uno solo al uso del cual están de cierto modo predestinados. En efecto, no solamente ciertas especies no comen sino materias animales, y otras únicamente sustancias vegetales, sino que en estas últimas se conocen muchísimas que no se nutren sino con las hojas ó bien los frutos de una sola planta y no hacen caso de cualquier otro alimento: el olfato y el gusto son los instrumentos que las dirigen en su elección, pero la causa que las determina á comer sólo sustancias que obren sobre sus sentidos de tal ó cual manera, no puede atribuirse sino á un ins-

tinto particular. Y, cosa notable, sucede en ocasiones que este instinto cambia repentinamente de dirección, cuando el animal llega á cierto periodo de su desarrollo y se determina á abandonar su régimen primitivo para buscar exclusivamente sustancias que antes no usaba. Por esto ciertos insectos, que son carnívoros en estado de larvas, se vuelven fitófagos en estado perfecto, y las ranas, que se alimentan de materias vegetales cuando están en estado de renacuajo, se vuelven al contrario carnívoras cuando han concluido sus metamórfosis.

§ 322. Esta facultad instintiva no determina sino actos muy sencillos; pero no sucede lo mismo con la que la naturaleza ha dado á ciertos animales carnívoros para dirigirlos en los medios que emplean para capturar su presa.

Así la larva de la hormiga-león (fig. 141), pequeño insecto bastante parecido á los efímeros, está destinada á nutrirse de hormigas y de otros insectos cuyos humores chupa; pero no se mueve sino lentamente y con dificultad, de manera que no satisfaría con facilidad sus necesidades si la naturaleza no la hubiese

Fig. 140. — Hormiga-león (*Myrmeleon formicarius*).

enseñado á tender lazos para ampararse de la presa que no podría perseguir. Pero su instinto la induce á hacer en arena fina un hoyito de forma de embudo (fig. 142), y después á esconderse en el fondo de esta trampa esperando pacientemente que un insecto caiga en aquella especie de precipicio que ella ha hecho del modo indicado; y si su víctima trata de escaparse, ó si se detiene en la caída, este singular animal la aturde y la hace rodar hasta el fondo del agujero lanzándole con su cabeza y mandíbulas multitud de granos de arena. La manera como la hormiga-león hace el hoyito es igualmente curiosa. Después de examinar el suelo donde va á establecerse, comienza por trazar un círculo que debe corresponder á la parte ensanchada del embudo; luego, poniéndose dentro del círculo y sirviéndose de una de sus patas

como de azada, se pone á ahondar, reune cierta cantidad de arena sobre su cabeza, y, por medio de una sacudida, lanza la carga á algunos centímetros del círculo. Continúa de este modo dando la vuelta á su proyectado agujero, marchando hacia atrás y sirviéndose de la misma pata para remover la arena; pero cuando llega á su punto de partida cambia de lado, y así sucesivamente hasta concluir su trabajo. Si en el curso de su operación encuentra alguna piedra que perjudique la perfección de su obra, no hace caso de ella al principio, pero vuelve á ella al acabar su excavación y hace todo lo que puede para echársela á cuestas y lanzarla fuera. Si lo consigue, la lanza aún bastante lejos, como para que no vuelva á caer dentro, y, si no puede echarla fuera, abandona su obra y vuelve á empezar su trabajo en otro sitio.

Fig. 141. — Larva.

Fig. 142. — Trampa de la hormiga-león.

Concluído el hoyito, tiene ordinariamente como unos ocho centímetros de diámetro y cinco de profundidad; y, cuando la inclinación de sus paredes se ha alterado por algún derrumbamiento, como sucede casi siempre cuando un insecto rueda por ella, la hormiga-león se apresura á reparar los desperfectos.

Ciertas arañas tienden lazos aun más singulares, pues las telas que estos animales fabrican de diversas maneras son sobre todo destinadas á coger las moscas y los demás insectos que deben hacer su presa. La disposición de los hilos varía según las especies; en ocasiones no presenta ninguna regularidad, pero otras veces es muy elegante y causa admiración ver animales tan pequeños fabricar con tanta perfección una trama tan extensa como es, por ejemplo, la tela de la *epeira diadema*, que vive en nuestros jardines. Hasta hay arañas que no se limitan á tender tales lazos, sino que además se sirven igualmente de sus hilos para envolver su víctima, impidiéndole así de defenderse, hasta que la hayan atravesado con sus venenosos ganchos.

Puédense citar hasta peces que, para ampararse de su presa, ejercen una industria instintiva no menos notable: tal es el *texote*, que vive en el Ganges, y que, destinado á nutrirse de insectos, pero no pudiendo perseguirlos, tiene la habilidad de lanzar gotas de agua sobre los que ve en las hierbas acuáticas, con el objeto de hacerlos caer y alimentarse con ellos; parece mismo que los hay tan hábiles en este género de caza que raramente dejan de conseguir su objeto á distancia de algunos pies.

En fin, las clases de ardid empleadas por muchos cuadrúpedos en sus cazas deben también considerarse como obra del instinto, pues se reproducen de la misma manera en todos los individuos de la especie, y á menudo se presentan cuando éstos no han tenido aún ocasión de instruirse por la imitación ni por la experiencia.

§ 323. También en esta clase de instintos hay que clasificar la disposición innata que determina muchos animales á reunir provisiones para su uso futuro y á meterlas en escondrijos. Por lo general no se halla desenvuelto este instinto sino en especies más ó menos sedentarias que, durante una parte del año, no encuentran en el país que habitan las sustancias con que se alimentan. Esta aparente previsión les impide sufrir de falta de alimentos cuando el suelo no se los da ya; pero no puede depender de ningún cálculo de la inteligencia, pues se presenta antes que la experiencia haya podido enseñar al animal la utilidad de tales almacenes, y aun se encuentra en individuos que viven, lo mismo que sus padres, en climas donde no hay que temer una estación de escasez.

Las ardillas de nuestros bosques (fig. 143) nos presentan un ejemplo de esta disposición innata á prepararse para las necesidades del porvenir. Durante el verano, estos pequeños animales de porte tan vivo y gracioso reunen provisiones de avellanas, bellotas, almendras, etc., y se sirven ordinariamente de un árbol hueco para establecer en él su almacén; tienen la costumbre de hacer así muchos depósitos en escondrijos diferentes, y en invierno, cuando se deja sentir la escasez, saben perfectamente encontrarlos, aunque la nieve los cubra. Pero esta impulsión, que tan útil debe serles cuando el frío viene á interrumpir sus recolecciones diarias, les induce á esconder los alimentos que les quedan, aun cuando jamás hayan conocido tiempo de escasez que les hubiera hecho sufrir.

Otro mamífero roedor, que se parece mucho á nuestros conejos y que vive en Siberia, el *lagomys pica*, está dotado de un instinto aun más notable; pues no sólo recoge en el otoño la hierba que ha de necesitar para alimentarse durante el largo invierno

de aquel inhospitalario país, sino que hace el heno, exactamente lo mismo que lo preparan nuestros campesinos. Después de cortar las hierbas más vigorosas y suculentas del prado, las extiende para secarlas al sol, y, terminada esta operación, las reune en haces y tiene el cuidado de colocar éstos al abrigo de la lluvia y

Fig. 143. — Ardilla común (*Sciurus vulgaris.*)

de la nieve; después abre por debajo de cada uno de sus almacenes una galería subterránea que desemboca en su madriguera y dispuesta de modo que le permita visitar en todo tiempo su depósito de provisiones. La abeja, de cuya historia no tardaremos en ocuparnos, se halla igualmente inducida por su naturaleza á prepararse de esta suerte recursos para el porvenir, y ejecuta, con tal objeto, trabajos aun más complicados.

§ 324. Otro género de instinto que se relaciona, como los anteriores, con la conservación del individuo, es el que determina á ciertos animales á construirse una habitación, les enseña todas las complicadas operaciones necesarias á este objeto y les hace seguir invariablemente en sus trabajos la misma rutina, aunque, por lo general, jamás haya visto el obrero hacer nada parecido y carezca de modelo.

De este modo se construye el gusano de seda, con los hilos que secreta, el capullo en que se encierra para pasar en seguridad sus metamórfosis y convertirse en mariposa; el conejo exca-

va su gazapera, y el castor construye sus tan citadas chozas. Ya tendremos ocasión de volver á tratar de este instinto arquitectónico, cuando hablemos de los trabajos comunes ejecutados por manadas de animales que viven en sociedad, y cuando nos ocupemos en los cuidados que muchos de estos seres tienen con su progenie; pero no podemos dejar este interessante asunto sin presentar algunos ejemplos en apoyo de lo que se acaba de decir.

El hámster (fig. 144), pequeño roedor bastante afín de la rata, que se encuentra en los campos desde Alsacia hasta Siberia, y que hace mucho daño á la agricultura, se construye una habitación subterránea que presenta siempre dos salidas: una, oblicua, sirve al animal para lanzar afuera la tierra, y la otra, perpendicular, le sirve para entrar y salir de ella. Estas galerías conducen á cierto número de excavaciones circulares que comunican entre sí por conductos horizontales: una de estas células, provista de una cama de hierba seca, sirve de habitación al animal: las otras

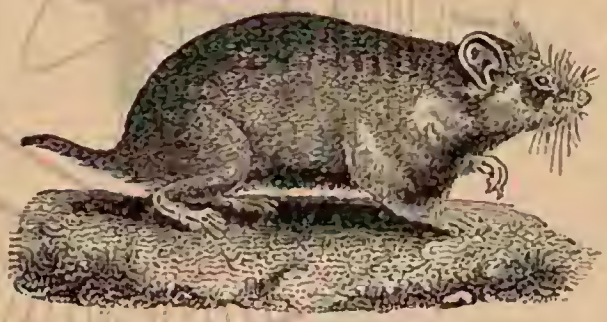


Fig. 144. — Hámster (*Cricetus*).

las destina á servirle de depósitos para las provisiones que reune en cantidades muy considerables.

Algunas arañas, conocidas por los zoólogos con el nombre de migalas, ejecutan trabajos análogos á los del hámster, pero más complicados; pues no solamente se construyen una habitación vasta y cómoda, sino que saben cerrar la abertura por medio de una verdadera puerta provista de su bisagra (fig. 145). Para esto, cava la migala, en tierra arcillosa, una especie de pozo cilíndrico de unos 8 á 10 centímetros de largo, y cubre sus paredes con una suerte de mortero muy consistente; luego fabrica, con capas alternativas de tierra amasada y de hilos reunidos formando un tejido, una tapa que se adapta exactamente al orificio de su agujero y que no puede abrirse sino hacia fuera. La bisagra que mantiene esta especie de puerta está formada por una continuación de las capas filamentosas que se dirigen de un punto

de su contorno á las paredes del tubo situado debajo, y constituyen un bocel que impide hundirse á la tapa; la superficie externa de ésta es rugosa, y, por su aspecto, difiere poco de la tierra que la rodea, pero la cara interna es lisa; en la habitación de una de estas *arañas albañiles*, se perciben, del lado opuesto á la bisagra, una línea de agujeritos en los cuales introduce el animal sus uñas para mantener cerrada la tapa cuando cualquier enemigo suyo trata de abrirla á la fuerza.

En los insectos, se ven también muchos curiosos sistemas empleados instintivamente para la construcción de una habitación Muchas orugas saben formarse un abrigo arrollando hojas y atándolas con un hilo. En nuestros jardines encontramos á cada instante, en las lilas, los groselleros, etc., nidos de esta especie; y de la misma manera está hecho el que se forma en el roble (fig. 146), que pertenece á la oruga de una mariposita nocturna, la *tortrix viridissima*. Otros insectos se construyen abrigos con

Fig. 145. — Nido de migala (*Mygale*).

Fig. 146. — Nido de tortrix.

fragmentos de hojas, hebras de trapos ó cualquiera otra materia que saben unir con mucha habilidad; tal hace la polilla del paño, mariposita de color gris plateado, que, en estado de larva se labra galerías en el espesor de las telas de lana royéndolas rápidamente. Con las hebras separadas de este modo, construye la larva un tubo que alarga continuamente por su base, con la particularidad que, cuando se hace demasiado grande para estar con comodidad en su habitación, hiende esta especie de vaina y la alarga añadiéndole una pieza.

En fin, debe también notarse que ciertos animales destinados á pasar toda la estación fría en estado letárgico, no solamente

tienen el instinto de prepararse habitación y blanda cama, sino que además tapan la entrada de su retiro cuando se acerca la época de su sueño hibernal, como si pudiesen prever que no tendrán necesidad de salir durante mucho tiempo y que quedando su puerta abierta daría entrada al frio y á enemigos peligrosos. Esto hacen las marmotas (fig. 82) que se encuentran en los Alpes y que los chiquillos saboyanos muestran en nuestros pueblos de campo.

§ 325. Un tercer género de facultades instintivas que á veces tienen por objeto, como las precedentes, la conservación del individuo, pero que otras ocasiones se hallan destinadas á asegurar á los pequeñuelos condiciones favorables á su existencia, y que, en uno y otro caso se unen casi siempre estrechamente al instinto de la sociabilidad, induce á ciertos animales á emprender largos viajes, y con frecuencia hasta á cambiar periódicamente de clima. En ocasiones los animales viajeros no abandonan una comarca sino cuando han agotado todos sus recursos y entonces van á buscar alimento á una comarca vecina. Otras veces también el frio del invierno los lleva hacia el Mediodía, ó el calor demasiado intenso del estio los echa poco á poco hacia el Norte: pero, en muchos casos, preceden sus emigraciones todo cambio atmosférico que nos pueda dar la razón de ellas; y su instinto los induce, no á ceder paso á paso el terreno que abandonan, sino á dirigirse en seguida y sin hesitación hacia la región donde deben ir. Casi siempre también, en el momento de emprender estos viajes, se ven numerosos individuos reunirse en sociedades para marchar de concierto.

Los monos, que viven en tan gran número en los bosques del nuevo mundo, presentan un ejemplo de esta disposición á cambiar de comarca irregularmente. Cuando han devastado una de éstas, se les encuentra en manadas numerosas, lanzándose de árbol en árbol, yendo en busca de alguna otra localidad abundante en frutas; después, cuando la escasez les ha seguido en su nueva región, van á buscar otra más lejos, llevando las madres los pequeñuelos contra su vientre, y parece que la manada entera se entrega á una estrepitosa alegría.

Viajes aun más particulares y que igualmente no presentan nada de periódicos, emprenden los *lemmings*, sin que todavia se haya descubierto las causas de sus emigraciones. Estos animales, que tienen mucha analogía con las ratas, habitan las orillas del mar Glacial, y descienden algunas veces de las montañas en manadas innumerables. Adelántanse en columna cerrada, y á menudo siempre en línea recta, sin dejarse desviar por los mayores obstáculos atravesando á nado las riberas que encuentran, y rodeando

las casas ó peñascos á que no pueden trepar. De noche sobre todo es cuando viajan de esta manera, y muchos perecen en el camino; pero es tan grande el número de ellos, que por eso no dejan de ocasionar perjuicios inmensos por donde quiera que pasen, pues destruyen toda vegetación; no se limitan á devorar la hierba hasta la raíz, sino que escarban también la tierra para sacar las semillas que en ella puedan encontrarse. Estas emigraciones de lemmings son un azote para Noruega y Laponia; pero felizmente no ocurren en una misma región más de una vez cada diez años.

Por lo general, los viajes de los animales suceden periódicamente y corresponden á los cambios de las estaciones. Así, cada primavera, legiones de un pequeño roedor muy afín del lemming, el campañol (*arvicola*), que á veces se designa también con el nombre de rata económica, abandonan el Kamtchatka y se dirigen hacia el poniente. Estos animales marchan de la misma manera que los precedentes, recorren centenares de leguas, y son tan numerosos que, hacia mediados de julio, cuando llegan á orillas del Okhostk y del Judoma, después de haber recorrido un trayecto de más de 25 grados de longitud, una sola columna emplea á menudo más de dos horas en desfilar. En el mes de octubre, vuelven al Kamtchatka; su vuelta es una fiesta para el país, pues los numerosos carnívoros que los siguen suministran á los cazadores de aquellas áridas regiones pieles en abundancia. En las proximidades del cabo de Buena Esperanza, y en las regiones septentrionales de América, se encuentran también, en la primavera y en el otoño, rebaños innumerables de antílopes y de ciervos que emigran á grandes distancias. Pero principalmente en las aves es donde este instinto de los viajes presenta ejemplos frecuentes y notables. Numerosos animales de éstos pasan periódicamente de Europa á África, y vuelven en seguida de África á Europa, y esto con tan grande regularidad que llegan y parten en día fijo, por decirlo así. De esta suerte las golondrinas, que se presentan entre nosotros hacia principios de abril, nos abandonan en el otoño. Vense entonces estos pájaros reunirse en bandadas numerosas y dirigirse al Mediodía. Así que llegan á orillas del Mediterráneo, se reunen en algún punto elevado; y, después de esperar tiempo favorable, parten de concierto y atraviesan la mar en bandadas innumerables. En ocasiones se les encuentra lejos de tierra, y, cuando los vientos contrarios se oponen á su viaje, se les ve descender y posarse en las jarcias de los buques; parece mismo que van hasta el Senegal á pasar el invierno. Las codornices son igualmente muy citadas por su instinto viajero, y van también á Africa y al Asia menor para evitar los

inviernos rigurosos de nuestros climas, como diversas aves del Norte descienden sobre nuestras costas cuando el frío las echa de las regiones polares, á donde vuelven en la primavera siguiente.

En fin, el instinto de las emigraciones se encuentra aún en los peces y en los insectos: el arenque, atún, salmón, etc., nos presentan ejemplos admirables entre los primeros, y las locustas entre los segundos.

§ 326. Los instintos que la naturaleza ha dado á los animales para ponerlos en estado de asegurar la conservación de su progenie no son menos variados ni menos curiosos que los que les ayudan á satisfacer sus propias necesidades. La impulsión natural que determina las aves á permanecer durante semanas casi inmóviles sobre sus huevos, que les hace construir previamente y con tanta habilidad un retiro para abrigar en él sus hijos, y que las induce á velar por el bienestar de ellos; la que enseña á los insectos á elegir el sitio donde deben poner sus huevos, á fin de que las larvas que nazcan encuentren cerca los alimentos que necesitan, ó que determina algunos de estos animales á prodigar sus cuidados á hijos de una madre extraña; el instinto que guía algunas aves y ciertos cuadrúpedos en la especie de educación que dan á sus pequeños; estas facultades y los fenómenos que de ellas resultan, excitarán siempre en nuestro espíritu tanta sorpresa como admiración, y nos muestran, más elocuentemente que pudieran hacerlo las palabras, cuán superior á cuanto el hombre pueda imaginar ó concebir es la potencia creadora de tantas maravillas. Pero la admiración que producen en nosotros las fuerzas desconocidas que determinan en los animales tantas acciones sorprendentes, es quizá mayor al considerar la que inspira la afección igualmente innata que, en la especie humana, induce una madre á consagrarse por completo al bienestar de sus hijos, y que se encuentra, aunque en menor grado, en muchísimos animales.

§ 327. Uno de los fenómenos más propios para dar idea exacta de lo que debe entenderse por instinto es el que nos presentan diversos insectos cuando depositan sus huevos. Estos animales no verán jamás su progenie y no pueden tener ninguna noción adquirida de lo que sucederá á sus huevos, y no obstante tienen á menudo la singular costumbre de colocar, al lado de cada uno de estos cuerpos, un depósito de materias alimenticias á propósito para nutrir la larva que ha de nacer, y esto aunque el régimen de ésta difiera completamente del suyo, y que los alimentos que depositen de nada puedan servirles á ellos mismos. Ninguna especie de razonamiento puede guiarlos en esta acción; pues, si tuviesen la facultad de razonar, les faltarían los hechos

para deducir semejantes conclusiones, y deben obrar por fuerza sin reflexión; pero su instinto suple la falta de experiencia y de razón y les enseña á hacer precisamente lo que conviene para conseguir el objeto que deberían proponerse.

Los necróforos ó enterradores (fig. 147), que se encuentran en nuestros campos, presentan un ejemplo de este género de instinto. Cuando la hembra va á poner, tiene siempre cuidado de enterrar el cadáver de un topo ó de cualquiera otro cuadrúpedo pequeño, y de poner en él sus huevos, de suerte que al nacer los insectillos se encuentren en medio de las materias más propias á su alimentación; pues, lo mismo que la madre, viven éstos de caroño. Pero lo que aun es más admirable, es ver un insecto, cuyo régimen es exclusivamente vegetal, preparar del modo dicho alimentación animal para su progenie, cuando ésta, en estado de larva, es carnívora. Los pompilas, insectos afines de las avispas, están dotados de este singular instinto. En la edad adulta viven en las flores; pero sus larvas son carnívoras, y la madre provee siempre á su alimentación colocando junto á sus huevos, en un nido preparado al efecto, el cuerpo de una araña ó de cualquiera oruga que previamente ha atravesado con su aguijón. Las xilócopas (fig. 148) tienen costumbres análogas, y abren en la madera una serie de agujeros que les sirven como nidos y almacenes á la vez (figura 149).

Fig. 147.—Necróphorus.

§ 328. Principalmente en los primeros tiempos de la vida es cuando, siendo débiles los animales, tienen necesidad de abrigo contra la intemperie y los ataques de sus enemigos; por esto, y sobre todo con el objeto de procurárselo, ha dado la naturaleza á sus padres el instinto de la construcción; y el número de las especies que, en edad adulta, se construyen una habitación para su propio uso, es muy corto comparado con el de los animales que disponen para sus pequeños un nido blando y seguro. En las aves nada es más común; no puede verse sin interés la perseverancia con la cual estos animales reunen hebra á hebra los materiales destinados á la fabricación de su nido, y el arte con que lo disponen. La forma, la estructura de sus habitaciones son siempre iguales en las aves de una misma especie, pero varían mucho de una especie á otra y son siempre perfectamente apropiadas á las circunstancias en las cuales han de vivir los pequeñuelos. Tan luego están construídos estos nidos en el suelo y de una manera grosera, como pegados á los flancos de un pe-

ñasco ó de una pared; pero por lo general se hallan entre las ramas de los árboles. La mayor parte tienen forma hemisférica,

Fig. 148. — Xilócopa.

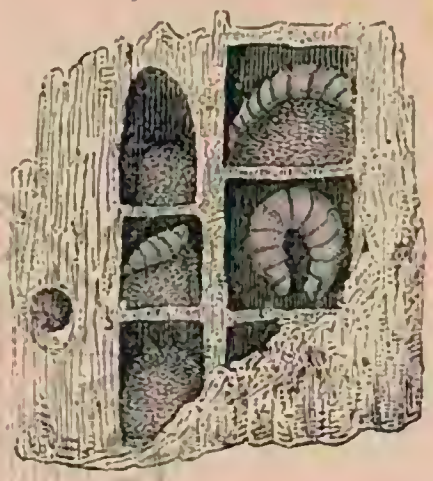


Fig. 149. — Nido de xilócopa.

pareciéndose á un cestito redondo y de boca ensanchada, cuyas paredes fuesen formadas con fibras de hierba ó ramitas flexibles, y el interior provisto de musgo ó de plumón (fig. 150); algunas

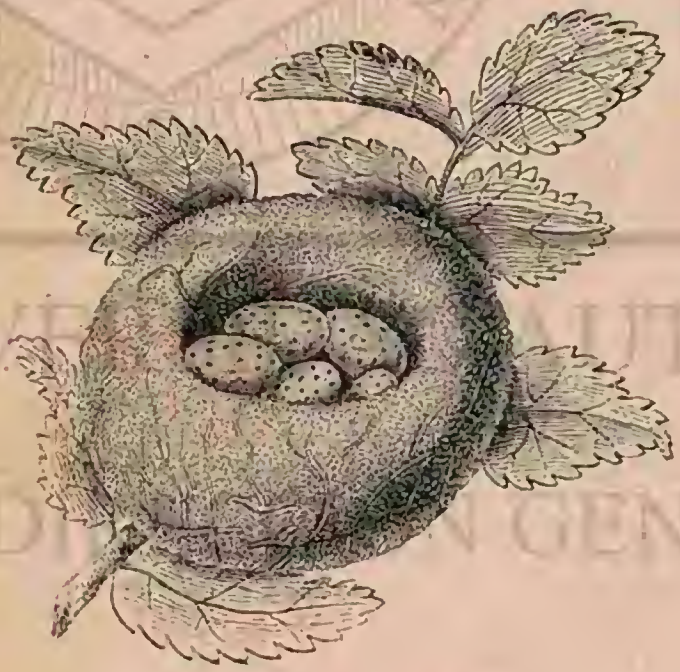


Fig. 150. — Nido de jilguero.

veces, sin embargo, es su disposición más complicada. Uno de los nidos más notables es el del baya, pajarito de la India, muy

afín de nuestros *pyrrhulas*; su forma es parecida á la de ciertas botellas (fig. 151), y se halla colgado de alguna rama tan flexible, que los monos, ni las culebras, ni aun las ardillas pueden llegar á él; pero, para hacerlo todavia más inaccesible á sus numerosos enemigos, hace el pájaro la entrada por debajo, de modo que él mismo no puede penetrar sino volando. Este nido está construído con hierbas largas, y en su interior se encuentran varias cámaras, de las cuales sirve una á la hembra para poner y empollar sus huevos, y otra la ocupa el macho, que, mientras su compañera cumple los deberes maternales, la deleita con su canto.

Fig. 151. — Nido de baya. Fig. 152. — Nido de sylvia sutoria

Otro nido igualmente singular es el de un pajarito de Oriente, afín de nuestra curruca, la ortórtoma costurera, ó *sylvia sutoria*, que, con algodón que recoge de los algodoneros é hila con el pico y la patas, une cosiéndolas las hojas que envuelven su nido, escondiéndole de tal manera á la vista de sus enemigos (fig. 152).

También hay peces que construyen un nido grosero para depositar en él los huevos; pero de todos los animales inferiores, los

que demuestran más industria é instinto en la fabricación de abrigos para su progenie son los insectos. Al hablar de los trabajos que algunos de éstos ejecutan en común, tendremos ocasión de describir los nidos de las abejas y de las avispas; así es que nos limitaremos aquí á mencionar sólo un ejemplo de las obras que ciertos insectos solitarios construyen para poner en ellas sus huevos.

De estos insectos, uno de los más notables es la xilócopa violácea, insecto grande, de cuerpo negro y alas violáceas, que pertenece á la misma familia que las abejas verdaderas, y que no es raro en Francia. Este animal (fig. 148) hace en la madera de espalderas y rodrigones, agujeros ovales que descienden primero oblicuamente, luego se encorvan por debajo y descienden verticalmente una longitud de 30 á 40 centímetros: taladrando de este modo la madera, tiene la xilócopa la precaución de reunir en un montón las raspaduras que hace, y, cuando ha concluído la galería, emplea dicha materia en construir tabiques transversales y en dividir el todo en cierto número de células cerradas (fig. 149). Estas células se parecen unas á otras, y antes de cerrarlas deposita en cada una de las mismas un huevo, lo mismo que un montoncito de polen recogido en las flores cercanas y destinado á alimentar la larva que no tardará en nacer.

§ 329. Las relaciones que deben existir entre los animales de una misma especie ó entre los de especies diferentes están reguladas por instintos naturales, de la misma manera que las acciones que se relacionan con la conservación de los individuos ó con la conservación de su raza. Unas veces viven estos seres solitarios y en ocasiones hasta no toleran cerca de ellos ningún otro animal de su especie; otras veces, al contrario, se los ve reunirse en grupos numerosos, y aun formar sociedades en las cuales todos los miembros concurren á la defensa general y ponen en común el fruto de su trabajo. Ahora bien, estas diferencias no son accidentales: todos los individuos de una misma especie tienen costumbres semejantes, y evidentemente es un instinto el que impulsa, á unos á huirse mutuamente y á otros á vivir en sociedad.

Las sociedades formadas por los animales son temporales unas, otras permanentes, y varían aún en su carácter.

Las que indican menos que las demás un verdadero instinto de sociabilidad, son las reuniones, en cierto modo accidentales, que algunos animales cazadores, como los lobos y las hienas, forman para realizar algún acto de rapiña ó de venganza. Estos animales, que permanecen solitarios mientras que sus fuerzas individuales les permiten atender á su subsistencia, se reunen en manadas y cazan de acuerdo cuando hay escasez ó se presenta en su vecindad algún

rebaño numeroso; pero, desde que han conseguido el objeto que se proponían, se dispersan ó riñen unos con otros.

Muchos animales viajeros se reunen del modo indicado para hacer el viaje juntos, y se dispersan cuando llegan á su destino: pero estas reuniones ocurren de manera más constante y regular que aquéllas que acabamos de citar. Al hablar de las golondrinas, hemos ya visto ejemplos de ello; pero, á este respecto, las palomas de paso que viven en la América septentrional son aun más notables. Estas aves recorren de una manera irregular aquel vasto continente, y se presentan algunas veces en bandadas tan inmensas, que su número es superior á todo lo que se podría imaginar: véselas en ocasiones volando en una columna cerrada, cuyo ancho es de más de un kilómetro, con una longitud que pasa de 10 ó 12; un naturalista célebre de los Estados Unidos, Wilson, calcula en más de dos millones el número de individuos que componía una bandada que vió pasar cerca de Indiana. Otro autor, digno de toda crédito, Audubon, nos dice que un día de otoño salió de su casa en Henderson, á orillas del Ohio, y que al pasar los terrenos incultos cerca de Hardensburgh, vió un número, más considerable que de ordinario, de estas palomas que se dirigían del noroeste al sudeste; á medida que él continuaba su camino hacia Louisville, la bandada viajera que pasaba por encima de su cabeza se hacía cada vez más numerosa. « De tal modo llenaban el espacio estas aves, dice, que la luz del sol de medio día estaba oscurecida como por un eclipse, y el excremento caía como copos de nieve; antes de ponerse el sol, llegué á Louisville, situada á una distancia de 55 millas, y las palomas seguían pasando en rangos tan cerrados como antes: el desfile de esta inmensa columna duró aún tres días, y durante este tiempo todos los habitantes de la región se hallaban en armas ocupados en cazarlas. » Estas aves establecen sus nidos en los bosques; una sola bandada ocupa entonces todo un monte, y cuando han permanecido en él algún tiempo, su excremento forma en el suelo una capa de muchos centímetros de espesor; en la extensión de algunas millares de hectáreas despojan los árboles, en ocasiones hasta quedan secos, y las trazas de la permanencia de tales aves no desaparecen sino después de muchos años.

Los peces y los insectos presentan también ejemplos no menos notables de estas inmensas agrupaciones de individuos. Los locustas, insectos afines de las langostas, son famosos desde hace mucho tiempo por las devastaciones que ocasionan cuando, reunidos en bandadas innumerables, atraviesan ciertas regiones de África ó de Asia, devorando todo á su paso. Y los arenques se presentan en los mares del Norte en bancos tan grandes, que

vienen á ser objeto de una de las pescas más importantes; se les encuentra juntos unos á otros, formando grupos que tienen á menudo muchos centenares de pies de espesor y que cubran la superficie del mar en una extensión de muchas leguas.

§ 330. En otras reuniones temporales formadas por los animales, el lazo que une los miembros de estas especies de sociedades parece que es solamente el placer que encuentran en divertirse en común. Así, cerca del cabo de Buena Esperanza vió todas las tardes á la misma hora el viajero Levaillant, nubes de una especie particular de papagayos (el *psittacus infuscatus*) reunirse con gran algazara y dirigirse en seguida á alguna fuente de agua clara para bañarse. En ella jugueteaban unos con otros estos singulares animales, empujándose al agua y deslizándose por la orilla; después volvían á los árboles donde precedentemente se habían dado cita, se alisaban sus plumas, y así que concluían de componerse se dispersaban para ir á sus respectivos abrigos á pasar la noche.

La necesidad de la sociedad de sus semejantes parece que determina también la formación de esas colonias permanentes que nos presentan los conejos campestres, cuyas madrigueras comunican entre sí; el arctomis ó perro de las praderas, de la América septentrional[1], cuyas habitaciones reunidas por grupos distinguen los cazadores con el nombre de pueblos y ocupan en ocasiones una extensión de algunos kilómetros; los efímeros y muchos otros insectos.

Pero donde el instinto de la sociabilidad se presenta en todo su desarrollo es en las reuniones que tienen por objeto la ejecución de trabajos comunes : verbigracia, en las colonias de castores, avispas, abejas y hormigas.

§ 331. De todos los mamíferos, el más notable por su sociabilidad y su instintiva industria es el castor del Canadá (fig. 153). Durante el verano vive solitario en madrigueras que se cava á orillas de los lagos y de los ríos; pero, cuando se aproxima la estación de las nieves, abandona este retiro y se reune á sus semejantes para construir en común con ellos su habitación de invierno. En los lugares más solitarios de la América septentrional, es donde los castores, á menudo en rebaños de dos ó trescientos, despliegan todo su instinto arquitectónico. Para construir sus nuevas habitaciones, eligen un lago ó un río suficientemente profundo para que jamás se hiele hasta el fundo; por lo general prefieren aguas corrientes con el objeto de servirse de ellas

[1] El animal designado con tal nombre por los americanos no es un verdadero perro, sino una especie de roedor afín de la marmota.

para el transporte de los materiales que necesiten para sus construcciones. Para sostener en este caso el agua á igual altura, comienzan por formar un dique ó presa en escarpa: danle siempre forma curva, dirigiendo la parte convexa contra la corriente, la construyen de ramas entrelazadas llenando los intervalos con piedras y limo, y exteriormente le dan una capa de un baño espeso y sólido. Este dique, que de ordinario tiene cuatro metros de ancho en su base y que refuerzan todos los años con nuevos trabajos,

Fig. 153.—Castor (*C. fiber*)

se cubre con frecuencia de vegetación vigorosa y concluye por transformarse en una especie de seto. Concluído que es el dique, ó cuando, por ser agua estancada no necesitan de tal barrera, se dividen los castores en cierto número de familias y se ocupan en construir las chozas que deben habitar ó en componer las que les han servido el año precedente. Estas cabañas las construyen contra el dique ó á orilla del agua y son de forma casi oval; su diámetro interior es de cosa de dos metros, y sus paredes, construídas como el dique con ramas de árboles, se hallan cubiertas por los dos lados con un baño limoso. Encuéntranse en ellas dos pisos: el superior, á seco, está destinado á la habitación de los castores; el inferior, debajo del agua, sirve de almacén para sus provisiones de corteza; no comunican con el exterior sino por una abertura colocada en la parte sumergida. Hase pensado que la cola oval de los castores les servía como de cuchara en la construcción de sus habitaciones; pero parece que para este uso no emplean sino los dientes y las patas delanteras. Con sus fuertes incisivos cortan las ramas y hasta los troncos de los ár-

boles que necesitan, y con la boca ó las patas anteriores los arrastran. Cuando se establecen á orillas de agua corriente, cortan la madera más arriba del sitio donde quieren construir la habitación, la ponen á flote, y aprovechándose de la corriente, la dirigen al punto que les conviene: igualmente se sirven de sus patas para cavar en la orilla ó en el fondo la tierra que emplean. Por lo demás, estos trabajos, que ejecutan con grandísima rapidez, sólo se verifican durante la noche. Cuando la vecindad del hombre impide á los castores multiplicarse lo bastante para formar semejantes sociedades, y tener la tranquilidad que necesitan para ejecutar los trabajos de que hemos hablado, no construyen chozas; pero no por esto se pierde en ellos el instinto de la construcción. Se ha visto uno de estos animales, que se había criado en cautividad en la colección del Jardín de Plantas (Paris), coger todos los pedazos de madera que encontraba para clavarlos en el suelo y comenzar construcciones, aunque las circunstancias en que se encontraba hacían inútiles semejantes trabajos.

Las sociedades perfectas son más raras en aves que en los mamíferos; conócese, sin embargo, una especie de gorrión, el *loxia socia*, que vive en reuniones numerósas en los alrededores del cabo de Buena Esperanza, y construye su nido bajo una especie de techo común á toda la colonia (fig. 154). Pero en la clase de los insectos es donde se ven ejemplos más notables de este género de instinto y donde más interés presentan las construcciones comunes que de él resultan. Los nidos de avispas sorprenden por su regularidad y perfección (fig. 155). Para fabricarlos desprenden estos insectos con sus mandíbulas partículas de madera vieja que convierten en una especie de pasta semejante á cartón, luego se sirven de esta materia para formar líneas de alvéolos hexagonales; esta especie de panales están colocados paralelamente á una distancia determinada, y reunidos por los espacios con unas columnitas que sirven también para suspenderlos; en conclusión, el conjunto se halla unas veces colgado, otras en el hueco de un árbol y aun en el suelo, y se encuentra, según las especies, descubierto ó encerrado en una cubierta común (fig. 155).

§ 332. La comunidad en los trabajos es uno de los rasgos más notables en las costumbres de las abejas; pero estos insectos nos presentan también el ejemplo de otro género de instinto que determina acciones no menos curiosas de observar, y que pertenecen igualmente á la clase de los fenómenos de que tratamos ahora: á saber, el instinto que regula las relaciones entre las obreras y su reina.

Nuestras abejas domésticas que parece que son oriundas de Grecia y que han sido transportadas por el hombre á toda Europa, lo mismo que al norte de África y á la América septentrional, viven en colonias compuestas cada una de diez á treinta mil *obreras*, de seis á ochocientos machos ó *zánganos*, y comunmente de una sola hembra que parece reinar como soberana y que ha recibido el nombre de *reina*. Establecen su habitación en alguna cavidad, tal como en el tronco de un árbol viejo ó en la

Fig. 154.— Nidos de loxia socia.

especie de choza que los agricultores les preparan y que se llama *colmena* ó *corcho*, y las abejas obreras son las que ejecutan todos los trabajos necesarios para la conservación y prosperidad de la sociedad. Unas, llamadas *cereras*, están encargadas de la recolección de los víveres y de los materiales de construcción, lo mismo que de las construcciones; las otras, llamadas *nodrizas* á causa de sus funciones, se ocupan casi exclusivamente en los cuidados interiores de la sociedad y en la educación de las pequeñas.

Para hacer su recolección, entra la abeja cerera en una flor bien abierta, cuyos estambres están cargados del polvillo llamado *polen* por los botánicos. Este polvillo se pega á los pelos que cubren su cuerpo, y, frotándose con la especie de cepillos que tienen en los tarsos (fig. 156), lo reune el insecto en bolitas, que junta en las cavidades que tiene en la faz interna de las patas

posteriores (fig. 157). Con las mandíbulas desprenden también las obreras de la superficie de las plantas una materia resinosa, llamada *própolis*, con la cual acaban de llenar las citadas cavidades de sus patas. Cargadas así vuelven estas abejas á su habitación común, y, en cuanto llegan, sueltan la carga para volver en busca de nuevas provisiones ó para emplear las que tienen recogidas. Los trabajos del interior son más complicados. Las abejas comienzan por tapar con el própolis todos los resquicios de su

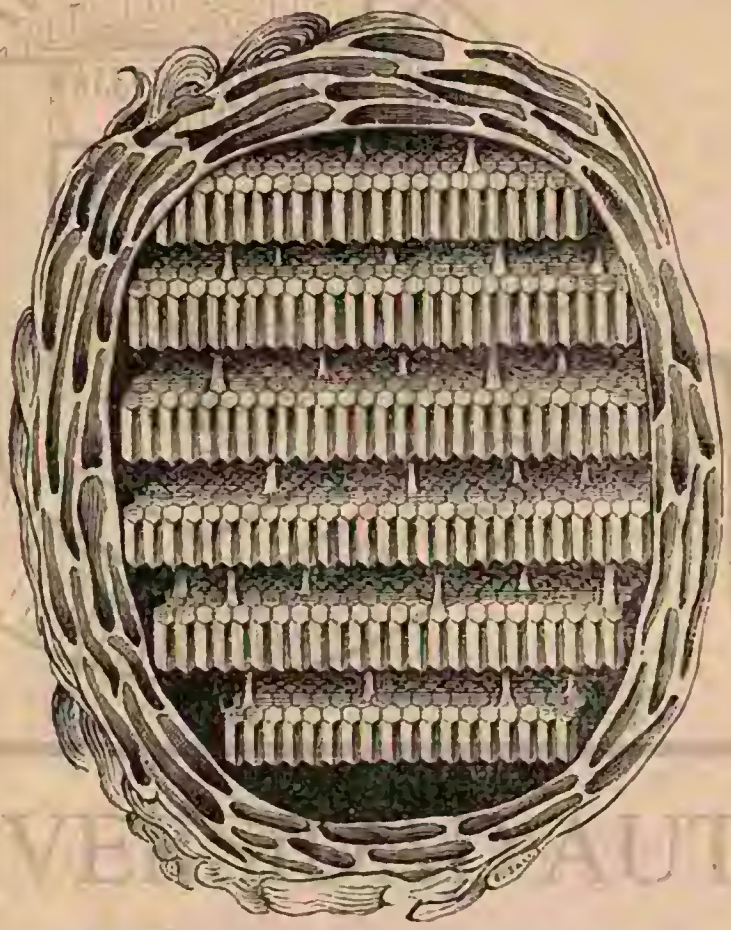


Fig. 155.—Corte vertical de un nido de avispas.

habitación, dejando una sola abertura de pequeñas dimensiones; ocúpanse en seguida en la construcción de los *panales*, destinados á servir de nidos para las pequeñuelas y de depósitos de las provisiones de la comunidad. Estos panales se hacen con *cera*, materia que se encuentra en diversas plantas, y que también es segregada por las abejas en órganos especiales situados en los anillos de su abdomen. Hállanse compuestos de dos capas de células (ó *alvéolos*) hexágonas, de base piramidal, unidas unas á otras, y están suspendidos perpendicularmente por uno de sus

cantos. Por lo general están fijados á la bóveda de la colmena y siempre con disposición paralela á fin de que quede entre unos y otros espacios vacíos por los cuales puedan circular las abejas. Las células, como se ve, están dispuestas horizontalmente y abiertas por una de sus cabezas. Las obreras las fabrican con sus man-

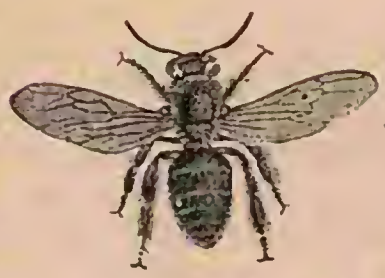


Fig. 156. — Abeja obrera.

Fig. 157. — Pata posterior de abeja.

díbulas; trabajan las paredes de dichas cavidades una á una con una exactitud admirable. La mayor parte de ellas tienen exactamente las mismas dimensiones y sirven para vivienda de las larvas comunes, ó para depósitos; pero algunas destinadas á contener larvas hembras, y por esta razón llamadas *células reales*, son mucho mayores y de forma casi cilíndrica. Cuando las abejas han hecho una abundante recolección de polen ó de miel, depositan lo superfluo en algunas de las células comunes, para proveer ya á su consumo diario, ya á sus necesidades futuras. Tienen también la precaución de tapar con una capa de cera las células que contienen la miel reservada; y, si algún accidente amenaza el deterioro de sus construcciones, saben igualmente hacer pilares y botareles para impedir la caída de los panales. Los machos, como ya hemos dicho, no toman parte en estos trabajos; y cuando ya no son de ninguna utilidad á la comunidad, los matan las obreras atravesándolos con sus aguijones. Esta matanza se verifica del mes de junio al de agosto y se extiende hasta á las larvas y ninfas de los zánganos.

La hembra permanece del mismo modo extraña á la vida activa que llevan las obreras; pero como de su fecundidad depende la prosperidad del enjambre, éstas la cuidan siempre. Desde que comienza á poner, es un objeto de respeto para toda la colonia y no tolera en su habitación ninguna rival; si la encuentra, riñen en seguida hasta morir una; por esto se ve siempre una sola reina en cada enjambre, cualquiera que sea el número de indivi-

duos de que éste se componga. Mientras que la joven reina permanece encerrada en el interior de su habitación no pone huevos; pero si el tiempo es bueno, sale de ella pocos días después de su nacimiento y se eleva con los zánganos hasta perderse de vista en el aire: sin embargo, no tarda en volver á la colmena, y cuarenta y seis horas después comienza á poner los huevos, que deposita uno á uno en las células preparadas con tal objeto. Durante el primer verano, esta postura no es grande y se compone sólo de huevos de obreras; durante el invierno cesa de poner. Pero, desde que se deja sentir la vuelta de la primavera, se vuelve extraordinaria la fecundidad de la abeja madre: en el espacio de unas tres semanas pone por lo general más de doce mil huevos. Sólo hacia el undécimo mes de su existencia comienza á dar huevos de macho á la vez que de obreras; aquéllos de donde salen las hembras vienen un poco más tarde. Tres ó cuatro días después de la postura nace de los huevos una pequeña larva de color blanquizco, que hallándose privada de patas no puede salir del nido y buscarse su alimento: pero las obreras proveen abundantemente sus necesidades, presentándole una especie de papilla, cuyas cualidades varian según la edad y sexo del individuo á que está destinada, y, cuando se acerca el momento de su transformación en ninfa, la encierran en su celdilla adaptando á ésta una tapadera de cera. Cinco días después del nacimiento de una larva de obrera, cierran también sus nodrizas su celdilla. Entonces forma al rededor de su cuerpo un capullo de seda, y, al cabo de tres días, se transforma en ninfa; finalmente, después de permanecer en esta forma durante siete dias y medio, experimenta su última metamórfisis. Los machos no llegan al estado perfecto sino á los veintiún días del nacimiento de la larva, mientras que las hembras experimentan su última transformación eldécimotercero día. La influencia que ejerce en el desarrollo de las abejas la cantidad de los alimentos con que las obreras nutren las larvas es muy notable, porque, variando la papilla que dan á las crías, producen á voluntad estas singulares nodrizas obreras ó reinas. Vese esto de modo evidente cuando un enjambre ha perdido su reina y no existe en los panales de la colmena, célula real que contenga una larva de hembra: entonces se dan prisa las obreras en la demolición de varias celdillas de obreras, para formar una célula real y proveen en abundancia á la larva á la que dejan el alimento con que nutren á las hembras. Cuando una joven reina ha concluido sus metafórfosis y roido los bordes de la tapadera de su celdilla, para salir del nido, se manifiesta en la colonia gran agitación. Por una parte, las obreras tapan con nuevas cantidades de cera los agu-

jeros que practica y la mantienen presa en la celdilla; por otra parte, la reina vieja trata de acercarse á ella para atravesarla con su aguijón y deshacerse de este modo de una rival peligrosa; pero falanges de obreras se interponen para impedirlo. En medio del tumulto que resulta de este movimiento, sale la reina vieja de la colmena con toda la apariencia de la cólera, seguida de una gran parte de la sociedad de obreras y de machos de que era único jefe. Las abejas pequeñas, muy débiles para emigrar de este modo, permanecen en la colmena, no tardando el número en aumentarse con la aparición de las que estaban en estado de larvas ó de ninfas; las reinas nuevas consiguen también salir de sus celdillas durante el tumulto. Si hay muchas, se baten y la que se encuentra sola después del combate, se convierte en soberana de la nueva sociedad. El enjambre que, como hemos dicho, abandona su habitación con la reina vieja, no se dispersa, sino que va á alguna distancia á fundar una nueva colonia que comienza todos los trabajos de que hemos hablado, y que, á su vez, produce al cabo de cierto tiempo un segundo enjambre, cuya salida se determina por las mismas causas que hemos visto ocasionar la emigración del primero. Una colmena da á veces tres ó cuatro enjambres por estación, pero los últimos son siempre pequeños. La muerte de la abeja reina, la debilidad de una colonia y los ataques de sus enemigos determinan algunas veces las abejas á dispersarse: las fugitivas van en este caso á buscar asilo en una colmena más afortunada; pero son cruelmente rechazadas á aguijonazos por las propietarias de la habitación de que quieren participar; pues ninguna abeja extraña, ni siquiera aislada, es recibida en una colmena donde no ha nacido. También en ocasiones toda una colonia ataca á otra para robar sus almacenes; y si las agresoras vencen, destruyen completamente la población vencida y sacan toda la miel de las víctimas para depositarla en su colmena.

§ 333. El instinto que induce de este modo las abejas á robar sus afines presenta alguna semejanza con el que induce á otros insectos á acciones aun más singulares todavía, tales como la captura de animales de especie diferente, de los cuales hacen esclavos; costumbre de que va á darnos un ejemplo la historia de las hormigas.

Estos pequeños insectos viven, como las abejas, en sociedades numerosas compuestas de machos, de hembras, y sobre todo de individuos imperfectos y estériles, que se designan con el nombre de obreras ó neutras, y que se conocen por la carencia de alas, tamaño de la cabeza y fuerza de sus mandíbulas. También son las obreras las encargadas de todos los trabajos necesarios á la

prosperidad general, ejecutándolos de diferentes maneras, según las especies.

Unas construyen su habitación común en tierra, otras en madera. Las primeras hacen en el suelo una infinidad de pequeñas galerías y de celdillas separadas por pisos; y, echando fuera los escombros, elevan á menudo encima de su nido un montículo, en el interior del cual hacen estas trabajadoras infatigables nuevos pisos semejantes á los situados debajo; en ocasiones se las ve también construir con esta tierra galerías que suben á lo largo de los troncos de los arbustos donde estos insectos van á buscar su alimento y que los abrigan en sus viajes diarios. Las hormigas que construyen sus hormigueros en madera se establecen en árboles ya atacados por las larvas de otros insectos y ablandados por la pudrición. Con sus mandíbulas desprenden partículas de madera y abren en el interior del árbol muchos pisos separados por techos y sostenidos con pilares formados de madera no roída ó de serrín desprendido de las partes próximas y amasado con saliva. Si por alguna circunstancia se destruye una parte de su edificio, se ven en seguida á las obreras que han escapado del desastre desplegar actividad grandísima en retirar de los escombros las que han quedado enterradas en ellos, transportar á lugar seguro sus compañeras heridas, y añadir nuevas construcciones á las que han quedado en pie. Los machos y las hembras no toman parte en estos trabajos. Los primeros no permanecen en el hormiguero sino muy poco tiempo, y perecen casi en seguida que salen. Las hembras salen también de la habitación común con los machos; pero, después de haberse separado de éstos y despojado de sus alas, son llevadas al hormiguero por las obreras y colocadas en las celdillas más retiradas, donde quedan prisioneras, siendo alimentadas por sus guardianas. Desde que ponen un huevo se ampara de él una hormiga obrera y lo transporta con cuidado á una celdilla especial. Los huevos destinados á producir hembras no son conducidos á las mismas celdillas que los que deben dar obreras. Las larvas reciben también de parte de las obreras asiduos cuidados; cada una de ellas es cebada por éstas con jugos que le convienen; y cuando hay buen tiempo las sacan fuera del hormiguero para exponerlas á los rayos del sol; defiéndenlas de sus enemigos, las vuelven á llevar al nido á la caída de la tarde, y las conservan en notable estado de limpieza. Las hormigas no hacen provisiones para ellas ni para las crías, sino que cada día van á buscar el alimento que necesitan. Mientras ciertas obreras se ocupan en la conservación del hormiguero y en las nuevas construcciones necesarias á las colonias crecientes, otras van á buscar en las flores líquidos azu-

carados, y sobre todo á recoger un jugo especial que suda del cuerpo de los pulgones y de otros insectillos hemípteros. Ciertas hormigas no se contentan con tomar la gotita azucarada que el pulgón les abandona al sentirse acariciado por las antenas; á menudo llevan estos insectos al hormiguero, y los cuidan en él como hacen los agricultores con sus vacas lecheras. Se ha visto á los habitantes de dos hormigueros vecinos disputarse sus pulgones, y á los vencedores llevarse sus prisioneros con el mismo cuidado que tienen con las larvas. Pero este singular instinto de provisión no es aún el rasgo más extraordinario de sus costumbres. Hay hormigas que, después de haber pasado una parte de su vida en sus trabajos ordinarios, parece que comprenden los placeres de la ociosidad, y van á combatir á especies más débiles, para quitarles las larvas y ninfas, transportar éstas á su propia habitación, y encargar los esclavos, que también se han procurado del mismo modo, de todos los trabajos de la comunidad.

§ 334. Finalmente hay también animales en los cuales el instinto de la sociedad se encuentra unido á otra tendencia natural que, á primera vista, parece menos notable que los precedentes, pero que tiene para nosotros mucha más importancia; pues probablemente debemos á él en su mayor parte la posibilidad de reducir algunos de aquellos seres á estado de domesticidad: nos referimos á la disposición á la obediencia que pone todo un rebaño bajo la dirección de un jefe y que tiene relaciones íntimas con el *instinto de la imitación*. Cuando se estudia la historia del caballo, se ve un ejemplo admirable de la influencia que ejerce en todos los individuos de la manada el ejemplo de los que son valientes y más fuertes; y, cuando se observan las costumbres de los monos, se ve también cuánto está desarrollado en estos animales el instinto de la imitación.

§ 335. **Facultades del entendimiento en los animales.** — Los instintos, en cuyo estudio acabamos de ocuparnos con tanta extensión, son las principales causas que determinan los acciones de los animales, y en la mayor parte de estos seres no se ve, como ya hemos dicho, ningún indicio de la existencia de facultades de orden más elevado; pero, cuando se observa lo que pasa en ciertos animales, se hace imposible negarles la posesión de una especie de inteligencia, y dejar de reconocer que pueden hallarse dotados, como el hombre mismo, de la memoria, del juicio, y hasta de la facultad de efectuar algunos raciocinios poco complicados.

Así, es evidente que muchos animales no se hallan privados de *memoria*, y que, en muchos de éstos, se encuentra muy des

arrollada dicha facultad. El caballo, verbigracia, reconoce á menudo un camino que sólo ha recorrido una vez, y eso aunque hayan pasado muchos años. La memoria no es menos fiel en el perro, el elefante y muchos otros mamíferos; pues con frecuencia se ven á estos animales reconocer, después de larga ausencia, las personas que los habian cuidado ó que los habian maltratado. Hasta los peces parece que no se hallan completamente desprovistos de la memoria, pues se ha podido enseñar á anguilas á acercarse al que las cuidaba á la voz de éste.

§ 336. Entre las acciones de los animales, existen también algunas que no podemos explicarnos sino suponiéndolas resultado de un *razonamiento*. Así el lobo, que se inquieta y rompe los barrotes de su jaula si son de madera, y que se resigna á su prisión si los mismos son de hierro, debe obrar de semejante modo porque, en el primer caso, ve que con sus mordidas destroza la madera y cree por consiguiente poder romper de este modo el obstáculo que se opone á su salida, mientras que, en el segundo caso, encontrando el hierro muy duro para sus dientes, juzga en seguida que serán inútiles sus esfuerzos, y entonces deja de hacerlos. Cuando el perro, viendo que su amo se pone el sombrero, juzga que va á salir y le prodiga caricias para hacerse sacar de paseo, obra también á causa de un razonamiento; y esta operación de la inteligencia es aun más evidente en un sinnúmero de estratagemas que se citan como empleadas por el mismo animal para conseguir el objeto de sus deseos: por ejemplo, en el proceder de un perro de guardia que todas las noches conseguía sacar su pescuezo del collar que lo sujetaba á la cadena, corría á degollar carneros en los alrededores, luego iba á un riachuelo á lavar su cabeza ensangrentada, y volvía antes de amanecer á la casa, metía el pescuezo en el collar que había abandonado á escondidas, y se acostaba en la perrera á fin de que no se sospechasen sus fechorías.

Las observaciones hechas hace algunos años, en un chimpancé joven (fig. 158) y en un orangután que vivían en la casa de fieras del Jardín de Plantas de París, demuestran que estos monos se hallan dotados de inteligencia aun más desenvuelta. El orangután tomaba afecto á las personas que le cuidaban: se enfurruñaba cuando no le hacían el gusto, y, lo mismo que los niños, expresaba su cólera gritando y dándose de cabezadas, como si no atreviéndose á pegar á las personas que le resistían se pegase á sí mismo para que éstas se condoliesen de él. Cuando se hallaba encerrado solo en el cuarto en que le tenian, trataba siempre de salir, y para alcanzar á la cerradura y abrir la puerta, se subia á una silla que se hallaba á lado. Con el objeto de impedir esta

maniobra, se llevó un día el guardián la silla; pero el orangután fué á buscar otra que puso en el mismo lugar y á la cual subió del mismo modo para abrir la puerta. Ahora bien, ¿cómo no reconocer en esta acción, no sólo la facultad de aprovecharse de las lecciones de la experiencia, sino también de generalizarlas? Jamás se había enseñado que trepando de tal manera, se elevaría hasta el nivel de la llave que quería hacer girar, y sólo observando las acciones de sus guardianes podía haber percibido que las sillas podían llevarse de un lugar á otro; en fin, generalizando las nociones así obtenidas y combinando los juicios á que estas ideas habían dado lugar, es como pudo ser conducido á obrar de manera tan bien calculada; pues, en las circunstancias anormales en que se hallaba, sus instintos naturales no podían bastar para guiarle.

§ 337. En los mamíferos más afines al hombre es donde se encuentran indicios de una inteligencia un poco desenvuelta, y, á medida que se desciende en la escala zoológica, se ven las acciones electivas hacerse cada vez más raras y el instinto reemplazar á la inteligencia.

Fig. 158. — Chimpancé.

Los monos y los carnívoros se colocan en primera línea con relación á la inteligencia; los paquidermos, tales como el elefante y el caballo, les siguen inmediatamente; luego los rumiantes; y, de todos los mamíferos, los roedores, esto es, la ardilla, la marmota, el castor, la liebre, etc., son á este respecto los más imperfectos. Así es que el roedor no llega nunca á distinguir la persona que le cuida de cualquiera otra. El rumiante conoce á su amo, pero sus facultades son tan limitadas, que un simple cambio de traje basta para desconocerlo [1]. El caballo y el elefante no solamente conservan el recuerdo de las personas, sino que aprenden con facilidad á obedecer á signos determinados. El perro es reconocido por los beneficios que se le hacen, comprende

[1] Un bisonte del Jardín de Plantas tenía por su guardián la sumisión más completa; éste cambió un día de traje, y el animal, no conociéndole ya, se

la tristeza de su amo lo mismo que su cólera, y le socorre en caso necesario. En conclusión, el mono obra aún con más discernimiento y cálculo; pero en su juventud es cuando se halla tan largamente dotado, y estas facultades, en vez de perfeccionarse al aumentar su edad, como sucede en el hombre, disminuyen en seguida.

En la mayor parte de los animales inferiores, no se percibe nada que se asemeje á razón, y parece que el instinto dirige todas sus acciones: sólo algunos insectos parece que, en ciertos casos, determinan sus acciones por juicios más bien que por un instinto verdadero, pero estos casos son raros y hasta dudosos.

§ 338. Finalmente, debemos añadir aún que ciertos animales parece que tienen, como el hombre, aunque de manera mucho menos perfecta, medios de comunicación, por medio de los cuales expresan lo que sienten é informan de ello á sus semejantes.

Por esto se ve á menudo en los mamíferos y aves que viven en sociedad, individuos puestos de centinela, que, con gritos especiales, advierten á sus compañeros la aproximación del peligro: las marmotas y los flamencos nos presentan ejemplos de ello. Hase igualmente adquirido la evidencia de la existencia de una facultad análoga en las golondrinas, pues se ha visto muchas veces que el grito de alarma lanzado por estos pájaros cuando sus pequeñuelos se hallan amenazados por algún enemigo, atrae en seguida todas las golondrinas de los alrededores, que vuelan al socorro de sus semejantes asustadas y persiguen juntas al animal cuyo ataque temen éstas. En conclusión, parece también que algunas veces se comunican los insectos sus noticias: las observaciones hechas en las hormigas por Huber, Letreille y otros muchos naturalistas, no pueden menos de dejar poca duda á este respecto. Así, cuando la superficie de un hormiguero se desmorona, toda la colonia es informada del desastre con una rapidez admirable: ningún sonido apreciable por nuestro oido se produce, pero se ven á los insectos que fueron testigos del desastre correr de aquí para allí, acercarse á sus compañeros, tocarles con la cabeza y acercar sus antenas de las de ellos; los individuos que han sido advertidos de esta suerte cambian la dirección de su marcha para hacer lo mismo que los primeros, y al cabo de algunos instantes se ven á estos pequeños animales correr por millares hacia el punto que amenaza ruina del horni-

lanzó sobre él; bastó que se pusiese su traje acostumbrado para que el bisonte lo reconociese. Dos carneros acostumbrados á vivir juntos fueron trasquilados; en seguida se precipitaron uno sobre el otro con furor, como si fuera la primera vez que se veian.

guero. En las guerras encarnizadas que se hacen á menudo los habitantes de dos hormigueros vecinos, se han visto también exploradores dar al grueso del ejército noticias que lo han hecho cambiar de camino; y observadores dignos de fe han llegado á asegurar que, en circunstancias críticas, algunas hormigas abandonan á veces el campo de batalla para volver al hormiguero, y que su llegada á éste determina, casi inmediatamente, la salida de numerosos refuerzos.

§ 339. La mayor parte de las acciones de los animales se explican fácilmente por la existencia de las facultades que acabamos de estudiar y que hemos encontrado más ó menos análogas á las que nosotros mismos poseemos. Pero existen otros fenómenos de los cuales no podemos darnos cuenta, y que nos conducen á suponer que muchos de estos seres pueden muy bien hallarse dotados de algún sentido que nosotros no tenemos, y sobre la naturaleza del cual no podemos, por consiguiente, formarnos una idea. En efecto, ni el instinto ni la inteligencia parece que deben bastar para guiar ciertas aves, tales como las palomas y las golondrinas, que, puestas en libertad después de haberlas trasladado en cestos bien cerrados á centenares de leguas de su nido, levantan el vuelo sin titubear y se dirigen en línea recta hacia el lugar donde ha quedado su pequeña familia, como si ésta hubiese quedado á su vista. Cuando el perro y los demás mamíferos encuentran su camino á grandes distancias ó siguen de lejos la traza de algún otro animal, se dirigen por lo general tomando por guía las sensaciones recibidas por el sentido del olfato, cuya delicadeza es grandísima en estos animales; pero en las palomas-correos verbigracia, que van de un vuelo de Burdeos á Bruselas, no se puede suponer nada parecido y sólo conjeturas pueden hacerse sobre la naturaleza de la facultad que las guía.

§ 340. **Relaciones entre la inteligencia y el cerebro.** — Nada sabemos igualmente sobre la causa de la existencia ó ausencia de tal ó cual facultad intelectual ó instintiva en un animal cualquiera, ni sobre el mecanismo por medio del cual se ejercen estas cualidades; sólo sabemos que todos los fenómenos que dependen de dichas facultades se manifiestan por intermedio del sistema nervioso. La ciencia se halla en ignorancia completa relativamente á la naturaleza de las relaciones que existen entre la acción de nuestro cerebro y la producción de nuestros pensamientos ó la percepción de nuestras sensaciones; pero es fácil comprobar que este órgano es el instrumento especial por medio del que se manifiestan las operaciones del espíritu. Así como el cerebro no puede recibir impresiones de fuera sino por interme-

BIBLIOTECA FAC. DE MED. U.A.N.L.

dio de los sentidos, las sensaciones no pueden llegar al espíritu sino por intermedio de nuestro cerebro, y así también nuestra voluntad y todas nuestras demás facultades intelectuales no pueden manifestarse sino por medio de este agente; y todas las veces que, por una circunstancia cualquiera, sus funciones se interrumpen, perdemos inmediatamente el entendimiento, la voluntad, la sensibilidad, hasta la conciencia de que existimos, siendo reducidos á una condición análoga á la de un vegetal, pues en este caso no vivimos sino la vida orgánica. En efecto, para convencerse de lo que queda dicho, basta observar lo que sucede cuando, á causa de una herida ó de una apoplejía, cesa el cerebro de desempeñar sus funciones: hállase entonces sumido el hombre en un estado que se parece al más profundo sueño. En los experimentos fisiológicos se produce á voluntad este estado en los animales superiores, pues en ellos es también el cerebro el instrumento necesario á toda operación del entendimiento, y su destrucción trae consigo la pérdida de la inteligencia y del instinto.

Pero de que el concurso del cerebro sea indispensable al ejercicio de las facultades intelectuales, no se puede deducir que este órgano mismo sea el que siente, juzge y quiera; hasta nos es imposible concebir cómo un órgano material puede engendrar el pensamiento, y todas las hipótesis de los materialistas nada nos enseñan sobre la naturaleza íntima de dicho trabajo. Para darse cuenta de él, es necesario pensar con más elevación y atribuirlo á un principio inmaterial que, en el hombre, se designa unas veces con el nombre de principio vital y otras con el de alma. Vémonos inclinados á suponer que esta fuerza es también la causa principal de todos los fenómenos esencialmente vitales de nuestra existencia, fenómenos cuya naturaleza no varía sino porque los órganos ó instrumentos por medio de los cuales se manifiesta esta potencia única son diferentes en las diversas partes de nuestra economía. Por lo demás, nos faltan datos para la discusión de semejante cuestión, y los fisiólogos ignoran igualmente cuál es el grado de analogía que existe entre el alma del hombre y el principio vital que, en cada animal, parece representarla, y que se presenta con atributos variables según las especies.

§ 341. Como quiera que sea, el cerebro, como ya hemos dicho, es el instrumento por medio del cual se ejerce la potencia intelectual, y la estructura de todo órgano ó instrumento fisiológico está siempre en armonía con sus usos. De esto se deduce, pues, que se podría sentar *a priori* que la conformación del cerebro debe variar según se halle destinado á servir de intermediario para la manifestación de tal ó cual género de facultad,

y que debe presentar en los diversos animales diferencias de estructura que correspondan á las diferencias que se observen en su inteligencia. Ahora bien, la anatomía nos enseña que en muchos casos son fáciles de comprobar semejantes coincidencias.

§ 342. De este modo, se nota que por lo general un órgano obra con tanta mayor fuerza, cuanto más voluminoso es; y cuando se compara el desenvolvimiento de la inteligencia con el desarrollo material del encéfalo, se pueden encontrar igualmente algunas relaciones análogas. El hombre que, por sus facultades intelectuales, es tan superior á todos los animales, tiene también el cerebro más desarrollado; en los monos y aun en los carnívoros, es más pequeño este órgano, pero todavía presenta perfección considerable: es más pequeño y sensible en los roedores y se halla reducido á su mínimum en los peces, que son los más estúpidos de todos los animales vertebrados.

Estos hechos han inducido á pensar que se podía juzgar el grado de inteligencia de los animales y hasta de los hombres entre sí por el desarrollo más ó menos considerable de su cerebro, y para apreciar tales diferencias, se ha acudido á diferenrentes métodos, de los cuales es el más famoso el de la medida del *ángulo facial*, propuesto por Cámper, hábil naturalista holandés.

Estas medidas están destinadas á hacer conocer la relación que existe entre el volumen del cráneo (que contiene el cerebro y el cerebelo) y el de la cara: tómanse de la manera siguiente. Se tira una línea horizontal (*c d*, fig. 159 y 160), que se pasa por el conducto auditivo y por la parte inferior de las fosas nasales, de modo que se siga casi la dirección de la base del cráneo; luego se desciende sobre esta línea otra (*ba*) que se hace pasar por el punto más saliente de la frente y por la extremidad de la mandíbula superior. Ahora bien, es evidente que esta línea última será tanto más inclinada sobre la primera formando con ella un ángulo tanto más agudo, cuanto más saliente sea la cara y la frente más deprimida, y que, por consiguiente, la medida del *ángulo facial* (que así se llama el ángulo de que acabamos de hablar) podrá indicar con bastante exactitud la relación buscada.

De todos los animales el que tiene el ángulo facial más abierto es el hombre, y á este respecto existen entre las diversas razas humanas grandes diferencias: los cráneos europeos lo tienen ordinariamente de 80 grados (fig. 159), y los negros de unos 70 (fig. 160). En las diversas especies de monos varía de 65 á 30 grados (fig. 161); y á medida que uno va alejándose del

hombre y descendiendo en la serie de los mamíferos, se va haciendo más agudo. En el caballo y el jabalí, por ejemplo, la frente es tan deprimida, que es casi imposible trazar una línea recta de la extremidad de la mandíbula superior al cráneo, á causa del alargamiento de la nariz, como es fácil ver en la figura que sigue (fig. 162). En conclusión, en las aves, reptiles y peces, cuando se puede medir el ángulo facial es aún más agudo que en la mayor parte de los mamíferos.

La coincidencia más ó menos grande que por lo general existe entre la inclinación de la línea facial y la extensión de las facultades intelectuales, parece que no era desconocida de los antiguos: no sólo observaron muy bien que la línea facial levantada era signo de una naturaleza más generosa y uno de los caracteres de la belleza, sino que en las figuras de sus héroes y de

Fig. 159.

Fig. 160.

sus dioses, la adelantaron más de lo que se halla en ningún hombre, y en algunas estatuas (como en la de Júpiter Olímpico) la inclinaron un poco hacia delante.

El vulgo mismo acostumbra atribuir la estupidez á los hombres y á los animales de frente muy deprimida y hocico muy alargado; y, cuando alguna circunstancia levanta la línea facial, aun sin aumentar la capacidad del cráneo, encontramos en los animales que presentan tal disposición un aire particular de inteligencia y nos sentimos inclinados á atribuirles cualidades que no tienen realmente. El elefante y el mochuelo están en este caso. La gran extensión de los senos frontales da á sus frentes saliente considerable. Ahora bien, es sabido que en la antigüedad era el mochuelo el emblema de la sabiduría; al elefante dan en las Indias un nombre que indica que tiene su parte de razón: y, sin embargo, ninguno de estos dos animales es realmente notable por el desenvolvimiento de sus facultades intelectuales.

Sea lo que quiera, no hay que conceder gran importancia á tales medidas; todo lo más que pueden dar es una idea aproxi-

mada del desarrollo del cerebro, y hasta ahora nada prueba que la extensión de las facultades intelectuales sea proporcional al citado desarrollo material del encéfalo.

§ 343. Acabamos de ver que el cerebro es asiento de muchas

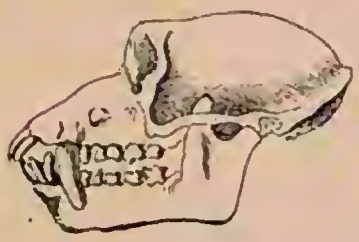


Fig. 151. — Calavera de macaco.

Fig. 152. — Calavera de jabalí.

funciones muy distintas, y cuando se examina la manera como las facultades intelectuales y afectivas se ejercen en los diferentes hombres, no se tarda en observar que el desenvolvimiento más ó menos grande de una de ellas no se halla siempre acompañado de igual desenvolvimiento en todas las demás. Un hombre notable por el amor instintivo que tenga á sus hijos, puede tener facultades intelectuales muy reducidas, y otro dotado de las más felices disposiciones para las matemáticas, puede carecer completamente de imaginación ó de talento de observación.

Estas consideraciones y un sinnúmero de datos análogos han inducido á algunos filósofos á pensar que el cerebro no era un órgano único del cual concurrían todas las partes de la misma manera en la manifestación de los fenómenos del instinto y de la inteligencia, sino que la naturaleza había establecido en las funciones del encéfalo la misma división de trabajo que se observa en los demás aparatos de la economía animal, siempre que las facultades de éstos se perfeccionan; han pensado que las facultades afectivas se hallaban localizadas en una parte determinada del cerebro, y las intelectuales en otras, y, en una palabra, que cada género de trabajo ejecutado por el cerebro se hallaba ligado con la acción de un instrumento ú órgano particular, y que estos órganos especiales eran porciones diferentes de la masa nerviosa del encéfalo.

En esta hipótesis de la localización de las diversas funciones del encéfalo se funda el sistema *frenológico* del doctor Gall.

Este fisiólogo pensaba que cada una de dichas funciones se halla localizada en una parte determinada del cerebro ó del cerebelo, y que la actividad más ó menos grande de cada una de ellas

depende, en su mayor parte, del desarrollo más ó menos considerable de la porción en que se halla localizada. Esto supuesto, en el hombre y en la mayor parte de los animales superiores, el encéfalo llena toda la cavidad del cráneo, y las paredes de esta caja ósea se amoldan de cierto modo á aquella masa nerviosa, de modo que se puede juzgar del tamaño proporcional de las diferentes partes del cerebro por las salientes más ó menos grandes de las partes correspondientes de la cabeza. Admitiendo que las suposiciones enunciadas anteriormente sean exactas, se podría, por consiguiente, apreciar las inclinaciones y facultades de cada individuo, por la inspección del cráneo.

Lo que más sirve de apoyo á estas hipótesis, son las particularidades que se han creido observar en la configuración de la cabeza de los hombres más notables por ciertas cualidades del espíritu ó por la fuerza de algunas inclinaciones, y las diferencias que se encuentran en la forma del cráneo de los animales de más opuestas inclinaciones. Lo que ya hemos dicho de la línea facial se aplica sobre todo al desarrollo más ó menos considerable de la parte anterior del cerebro, y la existencia de una frente deprimida basta para dar á toda la cabeza el aspecto de la estupidez. Nótase también que en los animales carnívoros, que viven de caza y muestran más valor y ferocidad, el ancho del cráneo hacia las orejas es mucho mayor que en los herbívoros, cuyas costumbres son pacíficas y tímidas. Es igualmente verdad que, en casi todos los animales, la parte posterior de la cabeza, donde los frenólogos localizan el amor filial, parece que está más desarrollada en las hembras que en los machos, y sabido es que, en efecto, la ternura de una madre por sus hijos es pasión mucho más fuerte que la del padre.

Pero si algunas de las suposiciones cuyo conjunto constituye la base de la frenología parecen realmente bastante plausibles, otras no tienen ningún fundamento convincente, y hasta deben parecer absurdas á todas las personas acostumbradas á analizar los fenómenos de la inteligencia. De esta suerte, hay frenólogos que admiten una facultad particular consagrada á hacernos apreciar la pesantez de los cuerpos, otra que concede aptitud para juzgar la extensión de los objetos, y así sucesivamente.

Por lo demás, repetimos, ningún dato se conoce aún que pueda probar que realmente existe en el cerebro semejante división de trabajo, y algunos experimentos de Flourens hasta tienden á hacer creer que sucede todo lo contrario.

En cuanto á las facultades instintivas, que tan notables son en ciertos animales, los roedores, las aves y los insectos principalmente, dado el estado actual de la ciencia no se podría indicar

ninguna relación entre su existencia y un modo de conformación cualquiera del sistema nervioso; y es imposible admitir que en los animales vertebrados, tales como el castor ó la golondrina, dependan de la conformación particular del cerebro, puesto que en la abeja y la hormiga, en las cuales no están menos desenvueltas, difiere totalmente el sistema nervioso del de los animales superiores, no consistiendo sino en una cadena de ganglios (fig. 89, pág. 156).

FIN DE LA PRIMERA PARTE.

ANL
MA DE NUEVO LEÓN
DE BIBLIOTECAS

NOCIONES

SOBRE LA CONFORMACIÓN, CLASIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ANIMALES.

CONSIDERACIONES SOBRE EL PLAN GENERAL SEGUIDO POR LA NATURALEZA EN LA ORGANIZACIÓN DE LOS ANIMALES.

§ 344. En la primera parte de este curso hemos estudiado uno por uno los diversos fenómenos que nos presenta un animal vivo, y nos hemos dedicado á conecer los órganos destinados á producirlos; hemos, en cierto modo, analizado la vida considerada en sus manifestaciones, lo mismo que en sus instrumentos, y de este modo hemos llegado al conocimiento de las variadas facultades con que la naturaleza ha dotado á los seres animados. Pero no tendríamos sino nociones muy incompletas del reino animal, si á esto limitásemos nuestros estudios y no tratásemos de indigar cómo tan variados instrumentos fisiológicos se hallan agrupados para constituir cada uno de aquellos cuerpos. Debemos, pues, tratar ahora del conjunto de la organización, examinar el plan según el cual se halla formado cada animal, y ver cómo se modifica la vida en estos diversos seres.

§ 345. Nada más variado que la conformación de los animales innumerables que pueblan la superficie de la tierra, y no menos grande es la diversidad que existe en los actos por los cuales se manifiesta la vida en estas máquinas animadas. En unos son poco numerosas las funciones, y la esfera en que se ejerce su actividad fisiológica bastante limitada; en otros, al contrario, las facultades son sumamente variadas, y las acciones se multiplican al más alto grado; para expresar esta diferencia en la naturaleza de los animales, se dice con frecuencia que, entre estos seres, unos son más *elevados*, más *perfectos* que los demás. Un pez, por ejemplo, es animal más perfecto, más elevado que una ostra, porque posee mayor número de los atributos de la animalidad y sus acciones son menos uniformes; pero el pez mismo es menos perfecto que el perro, puesto que en éste se manifiesta la vida por fenómenos más complicados; y el perro, á su vez, es

un ser menos perfecto que el hombre, pues el hombre posee facultades de que carece dicho cuadrúpedo, y ejerce actos más variados.

§ 346. **Tendencia á la localización de las funciones y á la división del trabajo fisiológico.** — El principo que parece que adoptó la naturaleza en el perfeccionamiento de los animales, es también uno de los que han ejercido más eficaz influencia en los progresos de la industria humana : *la división del trabajo.*

En efecto, cuando se comparan entre sí animales que difieren por el número y la extensión de sus facultades, obsérvase siempre que el perfeccionamiento de estos seres coincide con localización mayor en sus funciones; cuando el mismo instrumento sirve para la producción de varios fenómenos, el resultado fisiológico es, por decirlo así, grosero é imperfecto : un órgano desempeña tanto mejor sus funciones cuanto más especiales sean éstas. Ahora bien, el modo de acción de un órgano ó instrumento depende siempre de su naturaleza íntima, de su estructura y de sus demás cualidades, y, por consiguiente, cuantos más órganos dotados de géneros de actividad diferentes existan, más partes también diferentes habrán en la economía, y la complicación más ó menos grande en los actos y en las facultades de los animales deberá ir á la par con la complicación natural de su organización.

Para demostrar esta tendencia de la naturaleza á dividir el trabajo fisiológico, á fin de perfeccionar sus resultados, nos bastarán unos cuantos ejemplos.

§ 347. Así, en todos los animales de facultades más limitadas y de vida más sencilla, presenta el cuerpo la misma estructurya Todas las partes que le componen son semejantes entre sí, . trayendo consigo la identidad de organización un modá de acción análoga, puede compararse el interior de estos seres o un taller en el cual todos los obreros se empleasen en la ejecución de trabajos iguales, y donde, por consiguiente, su número influiría en la cantidad, pero no en la clase de los productos. Cada una de las partes del cuerpo desempeña las mismas funciones que las partes próximas, y la vida general del individuo no seú ompone sino de fenómenos que caracterizan la vida de una ecotra de dichas partes. Esto es tan cierto, que existen animales de los referidos cuyo cuerpo puede dividirse en una multitud de pedazos sin parar el movimiento vital; al contrario, cada fragmento continúa viviendo, y á menudo hasta toma por esta excitación un desenvolvimiento insólito, de manera que no tarda en constituir un nuevo animal semejante por su forma á aquel de que hacía parte, tan completo en su especie, ejerciendo las mismas funciones y vivendo de la misma manera.

Los singulares seres que los naturalistas designan con los nombres de *pólipos de agua dulce* ó *hidras*, y que se encuentran á menudo bajo las lentejas acuáticas, presentan tan raro fenómeno; mutilándolos como queda dicho, lejos de matarlos, se multiplican. Trembley, naturalista ginebrino del siglo pasado, al que se debe el conocimiento de estos curiosos hechos, abrió uno de estos pequeños animales, luego lo extendió y cortó en todos sentidos, le hizo en pedacitos, y, á pesar de este estado de división extrema, cada uno de los fragmentos, en vez de morir, no tardó en convertirse en un animal completo.

Fig. 163. — Hidras[1].

Para comprender este fenómeno, en apariencia tan contrario á todo lo que observamos en los animales superiores, es necesario, ante todo, examinar el modo de organización de los pólipos de que acabamos de hablar. Estos animales son demasiado pequeños para ser bien estudiados á simple vista; pero, cuando se les observa con el microscopio, se vé que la sustancia de su cuerpo es igual en todas sus partes: es una masa gelatinosa que contiene fibrillas y glóbulos pequeñísimos, y en la cual no se percibe ningún órgano distinto. Ahora bien, como ya hemos hecho notar, la identidad en la organización supone necesariamente la identidad en el modo de acción, en las facultades. Dedúcese de esto que, teniendo todas las partes del cuerpo de estos pólipos la misma estructura, deben desempeñar las mismas funciones: cada una de ellas debe concurrir de la misma manera que las demás á la producción de los fenómenos cuyo conjunto constituye la vida, y la pérdida de una ó más de estas partes no debe traer la cesación de ninguno de dichos actos.

Si esto es verdad, si cada porción del cuerpo de los citados

---

[1] En esta figura se han representado varias *hidras* fijadas en lentejas acuáticas *a*. Estos animales, como veremos más adelante, no consisten sino en un pequeño tubo gelatinoso abierto por una de sus extremidades y provisto de un círculo de filamentos llamados *tentáculos*, con los cuales introducen alimentos en su cavidad digestiva. Uno de estos pólipos *b* tiene, á los lados de su cuerpo, dos pequeños que nacen de él y que no tardarán en desprenderse.—En la figura 10, página 31, se representa uno de estos animales más aumentado para que se pueda ver su conformación interior.

animales puede sentir, moverse, nutrirse y reproducir un nuevo ser, no hay razón para que cada una de ellas, después de separarla del resto, no pueda, si está colocada en circunstancias favorables, continuar obrando como antes, y para que cada uno de estos fragmentos del animal no pueda, no solamente continuar desempeñando las funciones necesarias para la conservación de la vida, sino también reproducir un nuevo individuo y perpetuar su raza, fenómeno comprobado con los trabajos de Trembley.

§ 348. Esta uniformidad de estructura no se encuentra sino en muy pocos animales, y á medida que uno se eleva en la escala de los seres, que nos acercamos al hombre, vese complicar más la organización: cada función, después cada acto de los que esta función se compone, se vuelve obra de un instrumento particular, y el cuerpo del animal presenta partes cada vez más diferentes entre sí. Al principio el mismo instrumento siente, se mueve, absorbe de fuera las materias nutritivas, respira y asegura la conservación de la especie; pero á medida que la máquina animal se perfecciona, la división del trabajo fisiológico progresa, y la vida del individuo resulta del concurso de un número cada vez mayor de órganos diferentes que funcionan cada uno de distinta manera.

Un primer grado en esta localización de los fenómenos fisiológicos nos presentan diversos animales cuya organización es ya bastante complicada, pero cuyos cuerpos presentan en toda su longitud estructura análoga, y se componen también de varias series de partes idénticas. La *lombriz de tierra* sirve de ejemplo de lo que acabamos de decir.

En este largo animal cilíndrico, se compone la nutrición de una serie de actos ejecutados por instrumentos diferentes; la digestión se efectúa en una cavidad cuyas paredes tienen propiedades particulares; posee también un sistema de conductos que sirven para conducir las materias nutritivas á todas las partes del cuerpo, y un aparato asiento principal de la facultad de percibir las impresiones y de determinar los movimientos; en fin, en él se encuentran instrumentos destinados sólo á la locomoción. Y por esto no puede concebirse la posibilidad de dividir en todos sentidos el cuerpo de estos gusanos sin que sobrevenga la muerte. Pero, cuando se examina la disposición de los diversos aparatos que concurren cada uno de diferente manera á la conservación de la vida, vese que todos se extienden uniformemente de una extremidad del cuerpo á la otra, y que cada segmento transversal difiere poco ó nada de los demás; es la repetición de ellos y representa, hasta cierto punto, el animal entero, pues contiene todos los órganos cuyo juego es necesario al movimiento vital. Com

préndese, pues, fácilmente la posibilidad de separar cierto número de sus segmentos del resto del cuerpo, sin que por esto pierda uno ú otro trozo ninguna de las propiedades vitales de que gozaba el individuo entero, y esto es efectivamente lo que sucede. Si se corta transversalmente una lombriz de tierra en dos, tres, diez ó veinte pedazos, cada uno de los fragmentos puede continuar viviendo del mismo modo que el conjunto, y constituir un nuevo individuo.

Mas cuando se examinan seres de vida menos sencilla, no se encuentra ya esta misma uniformidad en la distribución de los principales órganos, y se hace imposible mutilar mucho el cuerpo sin destruir alguna parte que sea asiento especial de ciertos fenómenos, y, por consiguiente, sin privar al mismo tiempo al animal de una ó varias de sus facultades. Nunca se le puede dividir conservando en cada fragmento todos los instrumentos necesarios para el mantenimiento de la vida: una ú otra porción muere siempre, y á menudo traen necesariamente estas mutilaciones la destrucción completa del individuo. En igualdad de circunstancias serán graves las referidas mutilaciones en razón de la localización más ó menos completa de las funciones, y tendrán consecuencias tanto más perjudiciales, cuanto menos aptas sean las partes no destruídas para obrar como lo hacían las partes separadas.

§ 349. Lo que acabamos de decir referente á la localización de las funciones principales se nota igualmente en los diversos actos que concurren á la producción de cada uno de dichos fenómenos. Así, en los pólipos, de que más arriba hemos tratado, parece que no existe ningún órgano particular para producir los movimientos, ni ningún instrumento especial para el ejercicio de la sensibilidad; pero en todos los animales más elevados, se desarrolla exclusivamente el movimiento por el sistema muscular, y la sensibilidad es atributo del sistema nervioso. En la mayor parte de los gusanos es uniforme el juego de los músculos en todas las partes del cuerpo, y el sistema nervioso se compone de una serie de ganglios que tienen las mismas facultades y poseen todos el poder de sentir y de excitar movimientos voluntarios. Pero, en la mayor parte de los insectos, se distingue ya una división de trabajo mayor en las funciones de dicho aparato, y la facultad de determinar los movimientos voluntarios y de recibir sensaciones se concentra en ciertos ganglios situados en la cabeza; los modos de sensibilidad se multiplican también, y se presentan órganos especiales hechos de manera que puedan cumplir los diversos actos de que depende la vista, el oido, etc. Finalmente, en los animales que se acercan aún más al hombre, hemos visto compli

carse todavía más el sistema nervioso, y tener usos particulares cada una de sus partes constituyentes (§§ 198-204 y § 256). Si el espacio de que podemos disponer lo permitiera, podríamos demostrar también coincidencia semejante entre la división del trabajo fisiológico y la perfección de las funciones en todos los demás aparatos de la economía : verbigracia, en los órganos del movimiento, en los de la digestión y en el aparato de la circulación; pero los detalles que acabamos de presentar nos parece que bastan para demostrar la generalidad de esta tendencia de la naturaleza.

§ 350. **Transformación orgánica y tendencia á la uniformidad de composición.** — Acabamos de ver que existen diferencias muy grandes entre los animales respecto á la sencillez ó complicación de su estructura: unos poseen un sinnúmero de instrumentos de que otros carecen, y el conjunto de la organización es, en igualdad de condiciones, tanto más perfecto, cuanto más variedad presente en sus partes constituyentes. Una veces se determina esta complicación de estructura por la creación de órganos completamente nuevos que vienen de cierta manera á añadirse á las partes que ya existen en los animales menos favorecidos por la naturaleza; pero otras veces se produce este resultado por medios más sencillos y, por decirlo así, más económicos. Así, en muchísimos casos, la localización de las funciones se determina por una simple modificación en la disposición de las partes ya existentes en otros animales menos perfectos, modificación que hace á estos instrumentos esencialmente apropiados á tal ó cual trabajo particular, mientras que en los primeros se hallaban conformados de manera que podían servir á otros usos al mismo tiempo. Citaremos como ejemplo de este modo de especialización de los órganos, las diferencias que la naturaleza ha introducido en la conformación de los miembros en diversos animales afines de los cangrejos y que pertenecen, como éstos, á la clase de los crustáceos. En las *límulas* (*Límulus moluccanus*) (fig. 164), los miembros de la parte cefálica y torácica del cuerpo rodean inmediatamente la boca y están conformados de manera que todos constituyen patas para la locomoción, sirviendo á la vez como instrumentos de prehensión por su extremidad libre, y de mandíbulas por su base ; pero, como se comprende, estos miembros no pueden acumular dichas funciones sin ser necesariamente menos propios para uno ú otro de tales usos que lo serían hallándose su estructura dispuesta en vista de un solo resultado: son patas mediocres y mandíbulas poco cómodas. Pero, en los animales de la misma clase, cuyas facultades son más perfectas, aquellas diferentes funciones no se ejecutan por un solo instrumento ; cada

una la produce un órgano particular, y estos órganos no son, sin embargo, sino los mismos miembros destinados unos exclusivamente á la masticación, otros á la prehensión y otros aún á la locomoción. En el cangrejo de río por ejemplo (figura 165), los miembros que rodean inmediatamente la boca (fig. 166) están libres de cualquier otro servicio para convertirse en órganos especiales de masticación; otro par de miembros no es apto para operar la división de los alimentos, ni para la locomoción, y no obra sino en el acto de la prehensión: una tercera serie de miembros está dedicada exclusivamente á la locomoción, y, de éstos, unos son sólo propios para la marcha, mientras que otros constituyen remos natatorios que son inútiles al animal cuando se mueve en tierra.

Fig. 164. — Limula (*L. moluccanus*)[1].

Esta tendencia de la naturaleza á apropiar una misma parte de la economía á usos diferentes, según las necesidades del animal, más bien que crear para cada especie partes completamente nuevas, se descubre también cuando se comparan entre sí especies destinadas á vivir de diferente manera. Ya hemos encontrado ejemplos notables en la conformación de los miembros en diversos animales vertebrados; pues hemos visto que, en estos seres, las mismas partes modificadas más ó menos profundamente en su estructura constituyen tan pronto una pata ambulante, como una mano, y se transforman hasta en una aleta ó un ala (§ 290, etc.). Más adelante, cuando estudiemos los insectos, señalaremos otros hechos de este género no menos curiosos; pero nos falta el espacio para detenernos aquí, y nos limitamos á añadir que los anatómicos

[1] El animal visto por debajo : — *a*, boca; — *p*, patas cuya base sirve de maxilas; — *b*, apéndices abdominales que contienen las branquias; — *q*, prolongación caudal.

designan con el nombre de partes *análogas* los órganos que, presentando formas y aplicaciones diferentes, parece que son simples transformaciones de lo que podría llamarse un solo y mismo elemento anatómico.

§ 351. Generalmente por medio de estas transformaciones

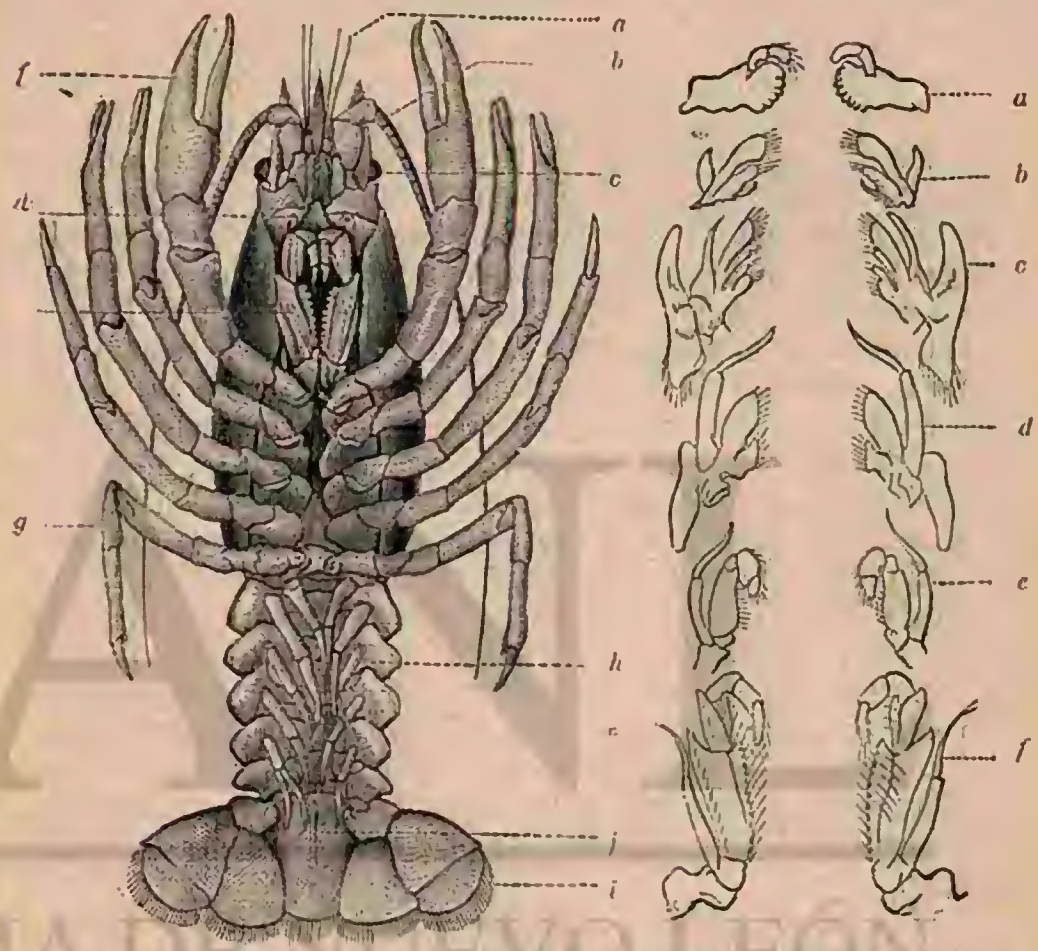


Fig. 165. — Cangrejo de río (*Astacus*)[1]. Fig. 166. — Aparato masticador.

es cómo más varía la naturaleza la estructura de los animales. Parece que quiso obtener la mayor variedad posible en sus producciones, empleando en ellas la menor cantidad de materiales

[1] Cangrejo visto por debajo : — *a*, antenas del primer par; — *b*, antenas del segundo par; *c*, ojos; —*d*, tubérculo auditivo;— *e*, patas-maxilares externas; — *f*, patas torácicas del primer par; —*g*, patas torácicas del quinto par; — *h*, falsas patas abdominales; — *i*, aletas; — *j*, ano.

Fig. 166. Los seis pares de miembros que componen el aparato masticador del cangrejo aislados : — *a*, mandíbulas; — *b*, *c*, primer y segundo par de maxilas; — *d*, *e*, *f*, los tres pares de maxilas auxiliares ó patas-maxilares

esencialmente diferentes, y que no recurrió á la creación de partes enteramente nuevas sino después de haber agotado las combinaciones á que podían prestarse las partes que ya existían en otros organismos. Esta disposición se liga enteramente á otra tendencia que se nos descubre cuando estudiamos comparativamente la estructura de los diversos animales, á saber, la *tendencia de la uniformidad de composición orgánica*. Sería absurdo pretender que todos los seres están formados con un mismo plan y construídos con los mismos materiales; pero, cuando, en cada una de las grandes divisiones del reino animal, se toma como punto de comparación los animales más complicados, se ve que en los demás se reproducen ordinariamente los principales rasgos; sólo que éstos parece que están más ó menos simplificados y diversificados por efecto de las transformaciones de las partes análogas, lo mismo que por la falta de algunas de estas partes ó por la existencia de órganos de los cuales se hallan á su vez privados los primeros. Una rana, por ejemplo, difiere considerablemente del hombre, y no obstante se puede reconocer, en la disposición general de su organización, los indicios del plan según el cual se halla construído el cuerpo humano. Cuando se considera el conjunto del reino animal, es imposible reconocer en todo esta analogía de plan general; pero cuando se extiende más el campo de las observaciones, se ve claramente que, á pesar de su número inmenso y de su admirable diversidad, todos los animales están conformados según un corto número de principales *tipos*. Así lo demostraremos luego cuando tengamos que tratar de las clasificaciones zoológicas, pues según la consideración de estos tipos generales se establecen las primeras divisiones del reino animal.

§ 352. Si se prosigue el examen comparativo de las diferencias que separan entre sí á los animales, se ve también que las grandes modificaciones introducidas por la naturaleza en el modo de conformación de dichos seres parece que han sido preparadas poco á poco. El paso de un plan de organización á otro no ocurre bruscamente, sino que se opera por medio de numerosas gradaciones intermediarias que ligan entre sí tipos distintos; para indicar esta tendencia es por lo que se dice á menudo: *Natura non facit saltum*.

Nada sería más fácil que citar un sinnúmero de ejemplos de esta ley de la creación zoológica, pero nos bastará uno solo para fijar las ideas de nuestros jóvenes lectores sobre las especies de conexiones naturales que se establecen de este modo entre los seres. Dos planes de organización bastante diferentes nos presentan el lagarto y la carpa. La conformación general del cuerpo, el

género de vida, el modo de respiración, la estructura y el aparato circulatorio difieren considerablemente en estas dos especies: pero las salamandras, los ajolotes (fig. 167) los lepidosirenus (fig. 168) y algunos otros animales nos presentan modos de organización intermediarios entre estos dos tipos, y establecen transiciones tan graduales de uno á otro, que algunas veces es difícil decidir si tal animal debe ser considerado como un batracio ó como un pez. Estas transiciones de una forma á otra no se encuentran solamente cuando se comparan diferentes animales entre sí; se observan también á menudo en un mismo animal en los diversos grados de su desarrollo; las ranas, por ejemplo, presentan al nacer casi todos los caracteres esenciales de los peces, y sólo poco á poco adquieren un modo de conformación análogo al de los batracios (fig. 169-173). Ahora bien, estos estados transitorios del mismo individuo presentan frecuentemente mucho parecido con el estado que es permanente en otras especies, de lo cual resulta que el estudio de estas transiciones zoológicas no conduce solamente al conocimiento de una suerte de parentezco entre animales de formas á menudo muy distintas, sino que presenta también un interés filosófico de orden más elevado, pues parece que puede darnos algunos indicios de la marcha seguida por el autor de todas las cosas en la creación de los productos tan variados del reino animal.

Fig. 167. — Ajolote.

Fig. 168. — Lepidosirenus.

§ 353. Esta tendencia de la naturaleza á no cambiar sino gradualmente el plan de los seres que forma, se presenta algunas veces en los animales de manera tan evidente, que no se puede desconocer: á menudo, en efecto, un gran número de éstos constituyen una suerte de serie ó de cadena no interrumpida en la

cual el modo de estructura de las diversas especies se simplifica ó se complica y se modifica de diversas maneras para apropiarse á necesidades particulares, pero en la cual relaciones de parecido parece que unen cada una de estas especies á especies afines. En ocasiones, no obstante, se encuentra como una laguna en esta serie, y se interrumpen las conexciones entre dos tipos. Esto se observa, por ejemplo, cuando se comparan las aves con los demás vertebrados, esto es, con los mamíferos, reptiles, batracios y pe-

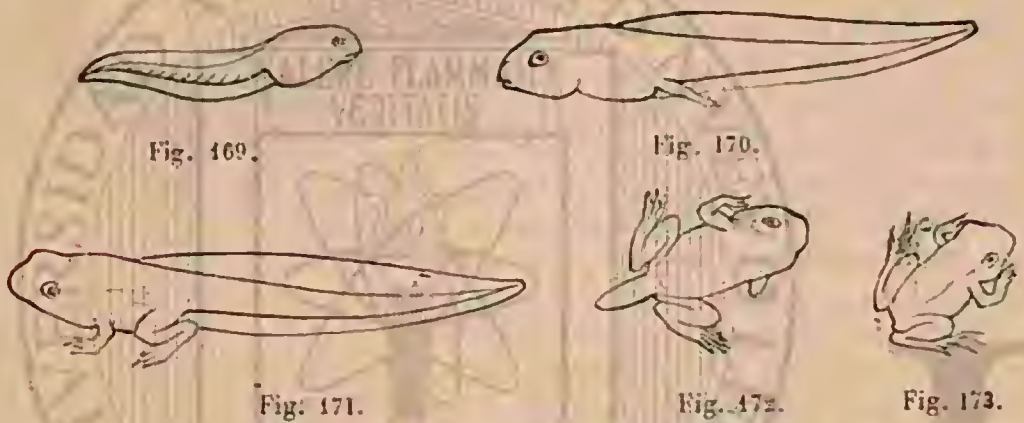


Fig. 169. Fig. 170.

Fig. 171. Fig. 172. Fig. 173.

Fig 169-173. — Metamórfosis de la rana.

ces: encuéntranse de cierta manera aisladas, y no provienen por transiciones graduales de ninguna otra clase del reino animal; pero en todos los casos, se encuentran algunas trazas de formas intermediarias; y con frecuencia, si el *hiato* es considerable, obedece á la destrucción de algunos de los eslabones intermediarios más bien que á su ausencia en el plan general de la creación. Para convenerse de ello basta observar muchos fósiles que provienen de animales cuya raza ha desaparecido desde hace mucho tiempo de la superficie del globo, pero que existen como para servir de pruebas de la constancia de las leyes zoológicas.

Algunos naturalistas han creído que estas modificaciones graduales de la organización se habían operado siempre en una misma línea, y que, por consiguiente, el reino animal todo entero no formaba sino una sola serie, desde la mónada más sencilla hasta el hombre. Hasta han llegado á establecer una suerte de cadena ó *escala zoológica* en la cual cada ser se halla colocado en razón de sus afinidades orgánicas y del grado de perfección de su estructura; pero esta tentativa ha sido vana, porque la serie de los animales no es única: parece que estos seres constituyen numerosas series que tan pronto marchan paralelas como divergen y se elevan á alturas diferentes. Hasta es imposible or-

denarlos en una sola línea según los grados relativos de complicación y de perfección introducidos por la naturaleza en su estructura, pues estos perfeccionamientos ocurren tan luego en un órgano como en otro, y una especie, verbigracia, que sería superior á otra respecto á las funciones de nutrición, podría ser muy inferior por sus instrumentos de locomoción. Cuando se observa el reino animal desde la esponja ó la mónada hasta el hombre, nótase, es verdad, una complicación progresiva, y es fácil percibir que los moluscos son superiores á los zoófitos que acabamos de citar, que los peces son á su vez más elevados en organización que los moluscos, que los reptiles son superiores á los peces, las aves á los reptiles, y que todos estos seres se hallan bastante menos dotados que los mamíferos. Sin embargo, esta gradación no existe realmente sino entre los animales que se pueden considerar como tipos de cada uno de dichos grupos, y á menudo sucede que ciertas especies de un grupo inferior poseen estructura y facultades más perfectas que las especies más sencillas de un grupo cuyos principales representantes poseen organización bastante más completa que los de todos los primeros. Así, existen peces, ciertas lampreas, por ejemplo, que son, por muchos respectos, inferiores á moluscos tales como los pulpos; pero éstas son en cierta manera excepciones; y cuando se traza á grandes rasgos el bosquejo del vasto cuadro de la naturaleza, puede prescindirse de ellas, lo mismo que se prescinde de las pequeñas desigualdades del suelo cuando se trata de percibir de una sola mirada la configuración general de una cadena de montañas. Obstáculos más importantes que se oponen á esta ordenación lineal de los animales se originan de la diversidad de caminos seguidos por la naturaleza en su marcha ascendente, y de su tendencia á perfeccionar gradualmente cada uno de los tipos que ha producido. Así, los insectos no pueden ponerse antes ni después de los moluscos sin violar algunas de las afinidades zoológicas más evidentes; si se quisiera representar por una figura el encadenamiento natural de los animales y los diversos grados de perfección que se perciben en su estructura, no es seguramente con una escala con lo que debiera compararse el reino animal, sino más bien con un río que, pobre en su nacimiento, aumentase poco á poco su caudal avanzando hacia el mar, pero que no corriese todo él por un mismo lecho, sino que se dividiera en brazos más ó menos numerosos que tan luego se reunieran después de un trayecto más ó menos largo, como continuasen adelante separados, y que otras veces hasta se perdiesen en arenales y desapareciesen, ó surgieran de nuevo á alguna distancia para continuar su camino hacia el fin común.

§ 354. **Afinidades naturales y analogías de estructura.** — También se establece la especie de parentezco que acerca á menudo muchos animales y que constituye lo que los zoólogos designan con el nombre de *afinidades naturales*, por consecuencia de la tendencia de la naturaleza á la conservación de un mismo plan general en medio de las modificaciones numerosas introducidas en la estructura de estos seres. Estas afinidades serán tanto más íntimas cuanto más descansen las particularidades de estructura propias de cada animal en órganos de menor importancia fisiológica. El león, el tigre y el gato, por ejemplo, son animales que tienen entre sí la mayor afinidad, porque, salvo algunos detalles secundarios, están conformados de la misma manera. Las afinidades que existen entre el león y el perro son aún bastante grandes, porque de uno á otro no ha sufrido el plan general de la economía sino cambios ligeros; pero las afinidades naturales que existen entre el león y el tiburón son extremadamente pequeñas, siendo la estructura de estos dos animales completamente diferente, excepto en la disposición general de las partes que caracterizan el tipo de los vertebrados. En fin, puede decirse que no existe afinidad entre un pez y una ostra, porque estos dos seres están conformados según planes esencialmente diferentes.

§ 355. Pero estas semejanzas fundamentales más ó menos íntimas no son las únicas que se notan en los animales, y á menudo sucede que se encuentran en seres pertenecientes á tipos distintos, modificaciones del mismo orden. Este género de semejanza, que no existe en el fondo, sino que consiste en la manera como ciertos órganos se hallan apropiados á las necesidades del animal, se designa ordinariamente con el nombre de *analogía* y no debe confundirse con la afinidad natural: las afinidades resultan de la identidad más ó menos completa del tipo, las analogías de la semejanza en los detalles. Así, el murciélago (fig. 134), el pterodáctilo y el dactilóptero (fig. 132) son animales que no tienen casi ninguna afinidad zoológica, puesto que el primero pertenece al tipo de los mamíferos, el segundo al de los reptiles y el tercero al de los peces; pero tienen entre sí analogías notables, pues todos han sido conformados para el vuelo y provistos, á este fin, de alas membranosas sostenidas por especies de dedos. Hasta pueden encontrarse analogías notables en animales que pertenezcan á tipos completamente diferentes, y, comparando entre sí los diversos grupos zoológicos, á menudo se cree percibir una tendencia de la naturaleza á hacer que cada tipo pase por una serie de modificaciones análogas. Por esto entre los insectos, los arácnidos y los crustáceos, se ve modificarse de la misma manera el plan general de organización propia á cada una de estas clases, según

que el animal debe nutrirse de alimentos sólidos, ó viva parásito chupando los humores de otro ser.

§ 356. **Armonías orgánicas.** — En medio de las variaciones sin número de forma y de estructura que nos presentan los animales, se descubre, pues, una cierta armonía general que parece regir todas las partes de esta vasta creación; si se reduce el campo de observación para ocuparse, no en el conjunto del reino animal, sino en el de las partes de que á su vez se halla compuesto cada ser, se perciben de manera todavía más evidente los indicios de un principio de coordinación. En efecto, el cuerpo de un animal nunca es un conjunto de órganos sin armonía reunidos como al acaso; todas sus partes tienen dependencia mutua más ó menos íntima, y existe armonía constante entre la conformación particular de cada uno de estos instrumentos y el conjunto de la organización. Estas armonías de estructura son en ocasiones tan fáciles de descubrir, que los zoólogos pueden, en ciertos casos, adivinar la estructura del resto del cuerpo por el conocimiento de un solo órgano y deducir como consecuencia necesaria de tal ó cual particularidad de estructura, la historia casi completa del animal. Así es como, sólo por la inspección del diente representado en la figura de esta página, podemos decir que el animal á que ha pertenecido debía tener armazón ósea destinada á llevar este órgano y á sostener también todas las partes del cuerpo; tenía pues un esqueleto: ahora bien, esta armazón interna no existe nunca sin que tenga que proteger un eje cerebro-espinal. Por el solo hecho de tener tal diente el animal, tenía pues necesariamente cerebro, cerebelo, médula espinal y numerosas nervios; y este cerebro y estos nervios suponen á su vez la existencia de órganos del sentido que sirvan al establecimiento de relaciones entre el animal y el mundo exterior. Por la estructura del diente se puede afirmar que perteneció á un animal provisto de aparato circulatorio muy completo, y cuyos huesos se desarrollaban de manera á constituir al rededor de los gérmenes dentarios una cavidad profunda, carácter que no se ve sino en ciertos cuadrúpedos; hasta se puede afirmar que este cuadrúpedo era un mamífero. Por la forma del mismo diente se ve también que se hallaba destinado á desgarrar la carne: perteneció, pues, áu mamífero carnívoro. Pero, para digerir la carne con que se nutrían debía este carnívoro tener estómago é intestinos conformados de cierta manera, y para ampararse de su presa necesitaba órganos de locomoción y de prehensión. Continuando este raciocinio se llega, de

Fig. 174. — Diente carnicero del león.

deducción en deducción, á determinar todos los caracteres más salientes del animal; y las relaciones que existen entre las diversas partes de la economía animal son tan fijas, que, aun en el caso de que sea desconocida la razón de estas relaciones, se puede á menudo tener la seguridad de que no faltarán jamás, y que es posible servirse de ellas, de forma en cierto modo empírica, para completar la historia del ser que se estudia. De esta manera se ve con frecuencia traducirse, por decirlo así, por medio de signos externos, el modo de estructura de los órganos más escondidos, y del mismo modo también, por el estudio de restos óseos encontrados en diversas capas del globo, se ha llegado á conocer la conformación de un sinnúmero de animales cuya completa destrucción ha precedido de mucho tiempo la aparición del hombre sobre la tierra. Cuvier fué el primero que consiguió reconstituir así animales que han desaparecido; éste es uno de los mejores títulos de gloria de tan eminente naturalista.

§ 357. Cuando se estudia esta armonía orgánica que reina en la estructura de cada animal, no tarda uno en convencerse de la existencia de otra ley no menos importante de conocer: la de la *subordinación de los caracteres*. Efectivamente, se ve que la importancia de las diversas partes de la economía no es igual; que ciertos órganos pueden presentar diferencias numerosas, sin que estas modificaciones se hallen acompañadas de ningún cambio en el resto del cuerpo, mientras que, al contrario, hay algunos órganos cuyas modificaciones traen siempre cambios correspondientes en el plan general del animal y parece que acarrean ó dirigen tales cambios. Estos *órganos dominadores* son siempre aquéllos cuya función fisiológica es más importante, y cuanto más considerable es su influencia en el conjunto de la organización, más constancia presentan también en su estructura; el anatómico puede pues medir de cierto modo la importancia de un órgano en tal ó cual clase de animales, por la fijeza ó variabilidad de sus caracteres, y á menudo también por el grado de importancia fisiológica de los órganos, deberá á su vez el zoólogo ser guiado en la elección de las partes cuyas variaciones puedan ilustrarle acerca de las modificaciones introducidas por la naturaleza en el plan general de los seres.

§ 358. Si los estrechos límites de esta obra no nos impusieran la obligación de ser breves, hubiéramos tenido gusto en entrar en más detalles sobre la naturaleza de las diferencias y de las semejanzas que los animales tienen entre sí, pues habríamos tenido que indicar aún otros principios que parece que concurren á regular esta parte de la grande obra de la creación. Verbigracia, hubiéramos podido demostrar, cómo influye la *tendencia á la repeti-*

ción en la constitución de los animales, y trae la formación de un número más ó menos considerable de partes similares ú *homólogas* en el cuerpo de cada uno de estos seres; cómo regula por lo general el *principio de las conexiones* el sitio ocupado por cada órgano en el conjunto de la máquina animal, permitiendo á menudo prever de qué manera podrá ésta simplificarse ó aumentarse; cómo parece traer consigo ordinariamente la *tendencia al balanceamiento orgánico* un estado de imperfecciónmás ó menos grande en ciertas partes de la economía, cuando otras partes adquieren gran desarrollo, como si la fuerza vital del animal no pudiese bastar á un trabajo extraordinario en un punto de la organización, sin retirarse de cierto modo de otras partes del cuerpo, á fin de concentrar sus esfuerzos en un solo objeto. Tales consideraciones no carecerían de utilidad ni de interés, pero fáltanos espacio para tratar de ellas aquí; lo que ya hemos dicho á este respecto nos parece que basta para demostrar que la naturaleza procede siempre en sus creaciones con *regla* y *medida;* que el reino animal, lejos de ser un conjunto confuso de seres sin conexión, como pudiera creerse á primera vista, se desarrolla á los ojos del observador cuidadoso como un vasto cuadro en el cual todo se relaciona y armoniza; en conclusión, que las leyes zoológicas cuya existencia nos es dado entrever son tan sencillas como generales[1].

CLASIFICACIÓN ZOOLÓGICA.

§ 359. **Objeto y naturaleza de las clasificaciones zoológicas.** — Siempre que el hombre fija su atención en objetos variados es naturalmente inducido á agruparlos en su imaginación y á representar los diversos grupos así formados por un nombre ó signo particular. Esta tendencia á la *clasificación* es una de las cualidades más notables de nuestra inteligencia y concurre poderosamente á facilitar sus operaciones; ella nos permite elevarnos de la observación de casos particulares á consideraciones generales, comprender con rapidez la relación de las cosas entre sí y formarnos de ellas ideas abstractas. Así se revela desde que nuestras facultades entran en ejercicio, dejándose sentir su influencia en todos los trabajos de nuestro espíritu. El niño que

---

[1] Véase á este respecto la obra que he publicado con título de *Introduction à la zoologie générale, ou Considérations sur les tendances de la nature dans la constitution du règne animal.*

aprende al mismo tiempo á pensar y á hablar, obedece á esta tendencia en cierto modo instintiva, cuando balbucea el mismo nombre para designar á su padre y á todos los hombres que ve y que sin embargo no confunde con aquél. El lenguaje más vulgar consagra la mitad de sus expresiones á representar grupos de ideas ó de cosas que resultan de su clasificación en nuestro espíritu; y esta disposición á *clasificar* es no menos evidente en las operaciones más elevadas de nuestra inteligencia, pues en la clasificación de los hechos tanto como en su observación se basan las ciencias morales y físicas.

Está necesidad de reunir en nuestro espíritu las cosas semejantes bajo ciertos aspectos, y de dar á cada uno de los grupos formados de este modo representación ideal, es de cierta manera el origen de toda especie de clasificación y se manifiesta en todos nuestros estudios, pero nunca es tan necesario como cuando se trata de conocer el mundo material de que el hombre mismo forma parte.

Efectivamente, la necesidad de estas reuniones y abstracciones es tanto mayor cuanto más múltiples sean los objetos que hay que considerar: el número de los cuerpos que nos rodean es tan considerable, que la misma imaginación se asusta, y que necesitaría siglos de esfuerzos al que quisiera adquirir el conocimiento individual de ellos. Para formarse una idea de estos cuerpos, se ve pues obligado el naturalista á agruparlos y á representar cada uno de tales grupos por un tipo abstracto. Por lo demás, esto es lo que todos hacemos cuando hablamos del hombre en general, del caballo ó de la encina; con el pensamiento reunimos un número inmenso de seres que no son idénticos, pero que se parecen más ó menos, y haciendo abstracción de las diferencias individuales, damos á cada uno de estos grupos un representante, y á este representante un nombre particular, tal como la voz *encina* ó la voz *caballo*. Pero este primer paso hacia la clasificación de los seres no basta ni á las inteligencias más vulgares; y, desde que el hombre observa lo que le rodea, reune también bajo un mismo tipo á seres que difieren más entre sí, pero que presentan en común caracteres que le han sorprendido: por esto en todos los pueblos se representa con la palabra *ave*, ó con un término equivalente, una clase numerosa de seres diversos, y se designa con un nombre particular, tal como las palabras *animal* ó *planta*, reuniones aun más numerosas y más heterogéneas.

Así, á causa de la tendencia de nuestro espíritu á generalizar nuestras ideas, hemos sido conducidos á establecer, entre los cuerpos naturales, grupos más ó menos vastos, y á designar cada uno de estos grupos con un nombre especial. De este modo se

han dividido estos cuerpos, desde la más remota antigüedad, en tres reinos, con los nombres de *minerales*, *vegetales* y *animales;* se habla de una manera general de peces, reptiles, etc., y se designa cada especie conocida con un nombre propio.

§ 360. Por mucho tiempo no llevaron más lejos los naturalistas el arte de las clasificaciones; pero, cuando se extendió el dominio de las ciencias, se sintió la necesidad de dar á cada uno de los nombres empleados de este modo una definición precisa. En efecto, poder distinguir los objetos que se estudian, y poderlos hacer reconocer con certeza á los otros, es condición sin la cual no podrían transmitirse los conocimientos adquiridos y sin la cual no existiría la ciencia. Ahora bien, para conseguirlo, no basta dar á cada objeto que se considera un nombre particular, es preciso así mismo dar á cada uno de estos nombres una definición tal que siempre se pueda conocer su valor y hacer su justa aplicación. Además, para escribir la historia de los animales, no sólo es necesario hacer un gran catálogo en el cual todos estos seres lleven los nombres convenidos, sino también indicar los caracteres necesarios para reconocer cada uno de ellos.

Estos caracteres deben elegirse de manera que sean siempre aplicables: es pues necesario que los animales los lleven consigo. Propiedades ó costumbres cuyo ejercicio no fuese sino momentáneo no podrían llenar esta condición, y es evidente que en la conformación misma de dichos seres es donde deben buscarse los rasgos más propios para que pueda reconocérseles donde quiera que se les encuentre.

Pero no existe ningún animal que pueda ser reconocido por un rasgo sólo de su conformación; los caracteres que lo distinguen de unos, son comunes con los de otros, y solamente por la reunión de muchos de estos caracteres, cuyo conjunto no existe del mismo modo en otros, difiere de todos los demás animales. Cuanto más numerosos sean los objetos que importe reconocer, más caracteres es necesario acumular; y como el número de animales es inmenso, resulta que, para distinguir uno de estos seres considerado aisladamente, es necesario casi indicar su descripción completa.

Ahora bien, no hay memoria bastante grande para sufrir semejantes esfuerzos; y, si no se poseyesen los medios de conseguir el mismo objeto por medio más fácil, permanecería eternamente en la infancia el estudio de la historia natural. Pero estableciendo en los animales divisiones y subdivisiones sucesivas, que son *nombradas* y *caracterizadas*, desaparece gran parte de estas dificultades; porque, con un corto número de rasgos y de nombres, se alcanza á circunscribir á tal punto el campo de la

comparación que, para reconocer el objeto de que se trate, sólo hay que distinguirlo de aquéllos de que apenas difiere.

Tal es efectivamente el sistema seguido por los naturalistas. Divídese primero el reino animal en cierto número de grupos del primer grado, caracterizados cada uno por ciertas particularidades de estructura; después se subdivide cada uno de estos grupos, y se caracterizan del mismo modo los grupos secundarios así formados: estos últimos son á su vez divididos de nuevo, y se multiplican estas secciones sucesivamente según las necesidades, hasta que se llega en fin á no dejar en un mismo grupo sino á los diversos individuos de una misma especie.

Esta escala de divisiones, en la cual las superiores contienen las inferiores, es lo que constituye lo que los naturalistas llaman una *clasificación*. Es una especie de catálogo razonado, en el cual todos los seres están dispuestos siguiendo cierto orden, y reunidos en grupos que se reconocen por caracteres determinados, que á su vez están reunidos en otros grupos más elevados.

§ 361. Fácil es de comprender la utilidad práctica de tales clasificaciones. Si el portador de una carta no tuviese, para dirigirse en busca de la persona á que va destinada, más que el nombre de ésta, su trabajo sería probablemente casi interminable; pero, si el sobre de la carta indica primero el país, luego sucesivamente la provincia, la población, el barrio, la calle, la casa, y en fin el piso donde aquélla persona vive, fácilmente desempeñará su misión. Ahora bien, lo mismo sucede al naturalista. Si quisiese reconocer un animal comparándole sucesivamente la descripción de todos los animales ya conocidos, tendría que ejecutar un trabajo largo y penoso, mientras que sirviéndose de las clasificaciones zoológicas, alcanzará rápidamente su objeto; pues le basta determinar primero á qué gran división del reino animal pertenece la especie cuyo nombre quiere determinar, luego á qué grupo secundario, á qué subdivisión de este grupo, y así sucesivamente, reduciendo cada vez más en cada prueba el campo de la comparación. Si quisiera, verbigracia, sin servirse de estos medios, definir el término *liebre*, necesitaría hacer una larga enumeración de caracteres, y para aplicar esta definición, tendría que comparar la descripción trazada de este modo á las de más de cien mil animales diferentes. Pero, si se dice que la *liebre* es un animal *vertebrado*, de la clase de los *mamíferos*, del orden de los *roedores*, del género *lepus*, se sabrá por la primera de estas palabras, cuya definición es conocida, que no puede ser un insecto, molusco ni ningún otro animal sin esqueleto interior; por la segunda se excluirá de la comparación con todos los peces, reptiles y aves; por la tercera, se distinguirá inmediatamente de las

nueve décimas partes de los mamíferos; y, cuando se haya determinado de la misma manera el género á que pertenece, no habrá que compararla sino con un corto número de animales, de los cuales sólo difiere por algunos rasgos más ó menos salientes: para distinguirla con exactitud bastan pues algunas líneas. Existe en esto la misma diferencia que habría de buscar un soldado en un ejército que tuviese todas las filas mezcladas, á buscarle en un ejército bien organizado donde cada división, brigada, regimiento, batallón y compañía tuviesen sitios determinados y llevasen signos distintivos.

§ 362. **Clasificaciones artificiales y naturales.** — Las clasificaciones zoológicas (y bien podemos decir las clasificaciones en general) son de dos especies: unas arbitrarias, otras fundadas en la naturaleza de los objetos clasificados y en los grados de semejanza que éstos presentan entre sí. Las primeras se llaman *clasificaciones artificiales;* las segundas, *clasificaciones naturales.*

Para dar una idea exacta de estos dos géneros de clasificaciones, nos bastará presentar un ejemplo familiar á todos nuestros lectores. Las voces de una lengua están clasificadas artificialmente, cuando se disponen por orden alfabético en un diccionario, siguiendo las primeras letras de que cada una de ellas se compone; estas voces mismas están al contrario distribuidas por un método natural cuando, en una gramática, se las divide en sustantivos, verbos, adjetivos, etc.

En las *clasificaciones artificiales* de los animales, se fundan las divisiones en las modificaciones que presentan ciertas partes del cuerpo elegidas arbitrariamente; en las *clasificaciones naturales*, por el contrario, se toma en consideración el conjunto de la organización de cada uno de estos seres, y se les acerca ó aleja según los grados de parecido que tengan entre sí.

§ 363. Las primeras de estas clasificaciones, que también se llaman *sistemas artificiales*, son en general, en la práctica, de fácil aplicación: pero frecuentemente nada importante enseñan, como no sea el nombre de los objetos. Supongamos, verbigracia, que se toma por base de la clasificación de los animales el número de miembros que tienen sus cuerpos, se pondrá en la división de los cuadrúpedos los bueyes, ranas, lagartos, etc., mientras que se separarán estos últimos de las culebras y de algunos otros reptiles que tienen con ellos grandísima analogía, pero los cuales carecen de uno de los pares de miembros: verdad es que se conseguirá de este modo distinguir dichos animales, pero los diferentes pasos que se habrán dado sucesivamente para llegar á ello casi nada habrán enseñado sobre su natura-

leza; hasta el último momento será necesario comparar las cosas más diferentes, y no será posible elevarse á consideraciones generales dignas de algún interés.

§ 364. Las segundas de dichas clasificaciones, ó los *métodos naturales*, están destinados á ser de cierto modo el cuadro sinóptico de todas las modificaciones que la naturaleza ha introducido en la organización de los animales. En estos métodos, las diversas divisiones y subdivisiones están fundadas en el conjunto de los caracteres que presenta cada animal, ordenados según su grado de importancia respectiva, y los seres que componen un grupo se parecen por puntos tanto más importantes y más múltiples, cuanto menos elevado sea este grupo mismo en la jerarquía de las clasificaciones; así, conociendo el lugar que un animal cualquiera ocupa en ellas, se conocen los rasgos más notables de su organización y la manera cómo se ejecutan sus principales funciones.

§ 365. Las reglas que hay que seguir para llegar á una clasificación natural del reino animal son sencillísimas, pero á menudo presentan grandes dificultades en la aplicación.

En efecto, estas reglas pueden reducirse á dos; pues el objeto que el zoólogo se propone estableciendo semejante clasificación es:

1.° Ordenar los animales en series naturales según el grado de sus *afinidades respectivas*, esto es, distribuirlos de suerte que los más parecidos entre ellos ocupen los sitios más próximos, y que su alejamiento sea de cierto modo la medida de sus desemejanzas;

2.° Dividir y subdividir esta serie según el principio de la *subordinación de los caracteres*; esto es, en razón de la importancia de las diferencias que los animales presentan entre sí.

§ 366. Para conocer las *afinidades naturales* ó la especie de parentezco que existe entre animales diferentes, basta á veces observar las formas exteriores de estos seres, pues á menudo son sus formas una especie de traducción del modo de organización interior: así, para convencerse de la afinidad que existe entre el gato y el tigre, no es necesario estudiar la anatomía de estos animales.

Pero en numerosos casos es imposible decidirse en cuestiones como ésta, sin antes haber comprobado directamente los caracteres de la estructura interior, y en ocasiones hasta se expondría uno á desconocer los lazos de esta especie de parentezco, si se contentase con el examen de los animales que han alcanzado el término de su crecimiento; porque, en ciertos casos, las semejanzas desaparecen con los progresos de la edad. Así, durante

mucho tiempo, se habian ignorado las relaciones que existen entre las *lerneas*, animales parásitos, de formas raras (fig. 175), que viven sobre los peces, y los pequeños crustáceos de agua dulce conocidos por los zoólogos con el nombre de *cíclopes* (fig. 177), porque en estado adulto no se parecen estos animales. Pero, desde que se ha estudiado su desarrollo, se ha adquirido la seguridad del parentezco que entre ambos existe, pues en estado de larva difieren tan poco entre sí, que ha menudo se hace difícil distinguirlos (fig. 176 y 178). Finalmente, para llenar la primera de las condiciones arriba indicadas, es necesario vencer también otras dificultades que dependen de la multiplicidad de las relaciones de cada animal con los animales que le rodean, y de la diversidad de las transiciones por las cuales pasa la naturaleza de un tipo á otro: á causa de estas circunstancias, aun es imposible ordenar los animales en una sola serie lineal sin violar á cada instante sus afinidades respectivas, y vese uno obligado á disponerlos en varias líneas que marchan paralelamente ó se reunen unas con otras.

Fig. 175. — Lernœa.

Fig. 177. — Cyclops.

Fig. 176. — Larvas de lernœa.

Fig. 178. — Larvas de cyclops.

§ 367. La segunda condición en el establecimiento de una clasificación natural, es una relación exacta entre las divisiones sucesivas del reino animal y la importancia de las modificaciones de estructura que sirven de base á estas divisiones.

Los caracteres que distinguen los animales unos de otros no tienen todos el mismo valor: unos, como ya hemos dicho (§ 357), parece que tienen poca importancia fisiológica, ó ninguna, puesto que se les ve variar sin que parezca que estos cambios traigan diferencias en el resto de la economía; otros por lo contrario, jamás varían sin que tales cambios coincidan con modificaciones profundas en el conjunto de la organización; parece que en cierto modo dirigen dichas modificaciones, y por lo general es fácil explicarse este género de influencia considerando la función de los órganos de los cuales se toman estos caracteres, llamados *dominantes*. De lo que resulta que las divisiones de un rango muy inferior en el sistema de las clasificaciones podrán establecerse sólo en caracteres subordinados, y que las superiores deben fundarse en la consideración de caracteres que tanto mejor merecerán el nombre de *caracteres dominantes*, si sirven de base á grupos aun más elevados.

Para conseguir una clasificación natural de los animales, es pues necesario ante todo conocer la estructura, funciones y modo de desarrollo de estos seres; pero también es necesario tratar de conocer los caracteres dominantes en la organización de cada uno de ellos y apreciar su valor relativo. Esto se consigue en ocasiones con bastante facilidad, ya por consideraciones fisiológicas, ya con el concurso sólo de la anatomía. De esta suerte se ha observado que las partes menos sujetas á variar en los diferentes animales son casi siempre las que tienen mayor importancia, y que, al modificarse, introducen más cambios en el resto de la organización; mientras que las partes cuya estructura es más variable no desempeñan sino funciones secundarias en la economía y no influyen sino muy poco en la conformación general del ser. De lo que resulta que la fijeza es indicio de dominación orgánica, y que los caracteres á propósito para distinguir entre sí los grupos muy numerosos son por lo general también rasgos de grande importancia para la historia de los animales, mientras que los que varían de un grupo pequeño á otro son ordinariamente de mediano interés. En la mayor parte de los casos se puede también juzgar hasta cierto punto del valor zoológico de una modificación de estructura, por la naturaleza, grado y desenvolvimiento de las facultades de que es instrumento el órgano así modificado.

Pero, en otros casos, la determinación de los caracteres dominantes presenta dificultades considerables, y la analogía no es siempre guía segura para alcanzarla; pues la importancia de un órgano puede variar considerablemente de un animal á otro, y una parte que de cierta manera domina toda la economía en unas

especies, se encuentra en otras decaída de su rango y reducida á una función secundaria.

§ 368. Los zoólogos están lejos de conocer la anatomía y la fisiología de todos los animales; también están lejos de conocer la importancia relativa de numerosas modificaciones de estructura presentadas por estos seres. Es pues evidente que, en el estado actual de la ciencia, no pueden poseer una clasificación perfectamente natural, y no hay que admirarse de ver á los autores diferir entre sí en la elección de los métodos propuestos para la distribución de ciertas partes del reino animal, ni de ver introducir modificaciones en estos métodos todos los días. A medida que llegamos á conocer mejor los objetos que tratamos de ordenar según su naturaleza íntima, llegamos también á percibir mejor sus relaciones mutuas y á apreciar mejor las divisiones que conviene establecer para representar en nuestras clasificacioces las diferencias y las semejanzas que los animales presentan entre sí. Esta clasificación deberá necesariamente perfeccionarse á la vez que se completan nuestros conocimientos sobre la organización, y su instabilidad, lejos de ser un defecto, es consecuencia necesaria de su perfectabilidad.

§ 369. La introducción de los métodos naturales para la clasificación de los seres vivientes es uno de los servicios mayores que se ha hecho á la historia natural; ha cambiado la faz de esta ciencia, y ha dado grandísimo interés á la parte de la botánica y de la zoología que hasta entonces había sido la más árida: por esto no podemos dejar de citar los sabios á quienes se debe tan feliz innovación.

Las plantas fueron las primeras en ser ordenadas en familias naturales. Antes no se las ordenaba sino según el número de sus estambres y pistilos, ó según cualquier otro carácter elegido arbitrariamente y sin que se tuvieran en cuenta sus analogías. Pero hacia mediados del siglo último, un botánico francés, Bernardo de Jussieu, tuvo la feliz idea de distribuirlas en grupos según el conjunto de su organización; y su sobrino Antonio Lorenzo de Jussieu, aplicando esta idea al conjunto del reino vegetal, y tomando por base de su clasificación la consideración de los caracteres dominantes (§ 357), creó el método natural, adoptado hoy en día por todos los naturalistas.

En época aun más reciente se tomaron los principios de los métodos naturales por base de la clasificación de los animales; á Cuvier corresponde principalmente la gloria de esta aplicación.

§ 370. **Modo de división del reino animal.** — El reino animal no se compone sino de *individuos*; pero entre estos indivi-

duos existen algunos que tienen entre sí grandísimo parecido, y que se reproducen con los mismos caracteres esenciales: estas reuniones de individuos conformados según el mismo tipo constituyen lo que los naturalistas llaman *especies*. Así es que los hombres, los perros, los caballos, constituyen para el zoólogo otras tantas especies diferentes.

En ocasiones difiere considerablemente una especie de todas las demás; pero por lo general existe un número más ó menos considerable que se asemejan mucho y que no se distinguen sino por diferencias poco importantes: el caballo y el asno, el perro y el lobo, están en este caso. En las clasificaciones naturales, se reunen estas especies afines en grupos llamados *géneros*, y se añade á su nombre específico un nombre genérico común. Por esto se dice LAGARTO *gris* LAGARTO *pintado*, LAGARTO *oculado*, etc., para designar las diferentes especies del género LAGARTO: y oso *pardo*, oso *juglar* y oso *blanco*, para los diversos animales del género Oso.

Comunmente se nota también que varios géneros sólo difieren entre sí por caracteres de poca importancia, y presentan en conjunto particularidades de estructura de mayor importancia, propias para distinguirlos de los géneros afines. En este caso se reunen estos géneros en las clasificaciones naturales en un mismo grupo, que se llama *tribu ó familia natural*.

Si se observa en seguida la estructura de estos seres de manera más general, no se tarda en percibir en muchas familias los mismos caracteres dominantes, que, á pesar de las diferencias más ó menos considerables que estos grupos presenten entre sí, les imprimen un sello común. Así se consiguen formar divisiones más elevadas que se distinguen con el nombre de *órdenes*, y á reunir á su vez los órdenes en grupos todavía más numerosos, llamados *clases*. En fin, las mismas clases se agrupan siguiendo tales principios, y constituyen los *tipos* ó divisiones primarias del reino animal.

§ 371. De esta suerte se divide el reino animal en tipos, los tipos en clases, las clases en órdenes, los órdenes en familias, las familias en géneros, y los géneros en especies. Algunas veces es necesario multiplicar aún más estas divisiones; pero los principios son siempre los mismos, y siempre los diversos miembros de un grupo cualquiera, ya de un género ó de una familia, ya de un orden ó de una clase, se asemejan más entre sí que á las especies de otro grupo de la misma línea; y las diferencias que existen entre dos clases deben ser más importantes que las que existen entre dos familias, como los caracteres de las familias deben tener mayor valor que los caracteres de los diversos gru-

pos que las componen. De este modo las diferencias mayores son las que sirven para la determinación de los tipos; las de importancia algo menor, las que onstituyen la base de la división de estos tipos en clases; y así sucesivamente, van las diferencias aminorándose á medida que se desciende por esta escala de división y de subdivisión para llegar á la *especie*, grupo formado, como ya hemos dicho, por la reunión de todos los individuos conformados del mismo modo y que pueden unirse para perpetuar su raza.

Vese pues que para clasificar un animal, es necesario determinar sucesivamente el tipo, la clase, el orden, la familia, el género y la especie á que pertenece, y que, por esta sola determinación, se obtendrán á la vez nociones precisas sobre todo lo que presenta de más importante su organización, puesto que son precisamente estas particularidades las que sirven para caracterizar las divisiones sucesivas. Ahora bien, repetimos, las funciones y las costumbres de un animal dependen siempre del modo de conformación de sus órganos, ó por lo menos, están en armonía con su estructura, y, por consiguiente, se puede deducir también de este conocimiento el de todos los puntos más importantes de la historia de la especie sometida á nuestras investigaciones.

Tales son las bases en que se fundan las clasificaciones zoológicas llamadas naturales. Veamos ahora cuáles han sido los resultados de la aplicación metódica de los animales, y estudiemos los principales grupos formados por estos seres.

BASES DE LA DIVISIÓN DEL REINO ANIMAL EN TIPOS Y CLASES.

§ 372. **Tipos.** — Cuando se examina el conjunto del reino animal, no se tarda en reconocer cuatro planes generales de estructura que, modificados al infinito, parece que han servido de guía para la creación de los seres animados. Estas cuatro formas principales, que dominan de cierta manera las variaciones sinnúmero introducidas en la organización de los animales, son fáciles de distinguir; y, para fijar las ideas á este respecto, indicaremos, como pudiendo representarlas, cuatro animales de todos conocidos: el perro, el cangrejo, el caracol y la asteria ó estrella de mar (fig. 179).

Para que la clasificación zoológica sea representación exacta de las modificaciones más ó menos importantes introducidas en la estructura de los animales, es necesario, pues, distribuir estos

seres en cuatro grupos principales ó tipos, y esto fué efectivamente lo que hizo Cuvier.

El reino animal, se divide de esta suerte en *Animales vertebrados*, en *Animales anillados*, en *Moluscos* y en *Zoófitos*.

§ 373. Las diferencias fundamentales que dividen entre sí estos cuatro tipos dependen principalmente de la disposición de las diversas partes que constituyen los cuerpos, y de la conformación del sistema nervioso. Estos son los dos caracteres dominandes de toda la organización de los animales, y su importancia es fácil de comprender.

Fig. 179. — Asteria ó estrella de mar.

En efecto, lo que caracteriza esencialmente la animalidad, es la facultad de sentir y la facultad de moverse espontáneamente, y como ya hemos visto, el sistema nervioso es el que dirige estas funciones. Hemos visto también que las funciones de un órgano se hallan siempre en relación con su estructura; es, por consecuencia, evidente, que toda modificación importante en el estado del sistema nervioso debe necesariamente traer diferencias correspon-

dientes en las facultades que desempeñan el primer papel en el organismo de los seres animados. Podíase pues prever que el modo de conformación de este sistema influiría de la manera más poderosa en la naturaleza de dichos seres, y suministraría caracteres de la mayor importancia para la división del reino animal en grupos naturales; ahora bien, lo exacto de este razonamiento se halla confirmado por la observación de los hechos.

La disposición general ó el modo de reunión de las diversas partes que constituyen el cuerpo se liga á circunstancias igualmente importantes; pues ejerce grandísima influencia en la manera como pueden efectuarse la localización de las funciones y la división del trabajo fisiológico, y ya hemos visto que la perfección de la organización está subordinada á estas dos causas modificadoras (§ 346, etc.).

Los cuatro tipos principales que acabamos de indicar son tan diferentes que ningún zoólogo puede equivocarlos, y es muy fácil relacionar con uno ú otro de ellos los animales que se examinen; pero en algunos de los seres este sello es menos aparente, y en otros parece que su organización, bajo ciertos aspectos, participa á la vez de dos tipos diferentes. De esto resulta que los límites extremos de los tipos son algunas veces bastante difíciles de precisar, y que, en ciertos puntos de contacto, estos grupos se confunden entre sí como Estados vecinos entre los cuales se encuentran algunas porciones de terreno cuyo derecho de propiedad es incierto y disputada la posesión.

También resulta que es algunas veces igualmente difícil definir de una manera rigorosa dichos grupos primarios; pero para dar de ellos una noción exacta, bastará indicar los caracteres más salientes propios al tipo de cada uno de ellos, y notar que la reunión de estos caracteres no se encuentra siempre, que tan luego uno como otro desaparece á medida que se desciende hacia los límites de dichas divisiones.

Procediendo así, nos bastarán algunas palabras para exponer las particularidades de organización que distinguen unos de otros los animales vertebrados, los animales anillados, los moluscos y los zoófitos.

§ 374. Los ANIMALES VERTEBRADOS se parecen al hombre en los puntos más importantes de su estructura: casi todas las partes de su cuerpo son pares y están dispuestas simétricamente á los lados de un plano medio longitudinal; su sistema nervioso es muy desarrollado, y se compone, además de nervios y ganglios, de un eje central que ocupa la parte dorsal del cuerpo (fig. 180) formado esencialmente de un cerebro, de un cerebelo, y de un cordón raquídeo ó médula espinal (fig. 83). Á estos

caracteres se puede añadir que los músculos principales tienen sus puntos de inserción en una armadura sólida ó esqueleto interior (fig. 181), compuesto de piezas ligadas entre sí, y dispuesto de manera que protege los órganos esenciales, á la vez que suministra bases y palancas para el aparato de la locomoción; que la parte más importante de este esqueleto constituye una especie de vaina para el eje cerebro-espinal y resulta de la reunión de piezas anulares llamadas vértebras; que el aparato de la circulación es muy completo, y que el corazón presenta por lo menos dos cavi-

Fig. 180[1].

dades distintas; que la sangre es roja; que casi siempre tienen cuatro miembros y que nunca tienen más; en fin, que existen órganos distintos, situados en la cabeza, para la vista, el oído, el olfato y el gusto. Hemos citado como ejemplos de este tipo orgánico el hombre y el perro; igualmente pudimos elegir un ave (fig. 181), un lagarto ó un pez.

§ 375. **Animales anillados ó Entomozoos.** — En el segundo tipo del reino animal, se encuentra un modo general de conformación diferente. El cuerpo es aún simétrico y binario, como en los animales vertebrados, pero se compone de una serie de partes

[1] Esta figura teórica se halla destinada á indicar la posición relativa de los grandes aparatos orgánicos en el tipo de los animales vertebrados, y más particularmente en la clase de los mamíferos: — *b*, cavidad bucal que forma la entrada del tubo alimenticio, cuya abertura opuesta se encuentra en la extremidad del cuerpo; — *i*, intestino; — *f*, hígado; — *t*, traquearteria; *p*, pulmón; — *c*, corazón; — *e*, encéfalo (cerebro, etc.); — *m*, médula espinal.

que se repiten de manera que se puede dividir en un número considerable de segmentos homólogos y más ó menos semejantes entre sí (fig. 184). El sistema nervioso es medianamente desarro-

Fig. 181. — Esqueleto del avestruz.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

liado y se compone de una doble serie de centritos medulares, llamados *ganglios*, reunidos en cadena longitudinal de modo que ocupen la mayor parte del largo del cuerpo (fig. 182). La pequeña masa formada por los ganglios de esta especie de rosario está situada en la cabeza y por esta razón ha sido comparada con el cerebro de los vertebrados, pero nada se encuentra que se parezca á médula espinal, pues el resto de la cadena ganglionar está situado en la faz ventral del cuerpo, por debajo del tubo digestivo (fig. 183), y los cordones nerviosos que la unen á los ganglios cefálicos rodean el esófago á modo de un collar. También debe observarse que en este tipo no se halla sostenido el cuerpo por un

esqueleto interior, y que los músculos se insertan todos en los tegumentos exteriores; pero estos tegumentos están modificados de manera que reemplazan una armadura interior, pues adquieren con frecuencia grandísima dureza, y constituyen una suerte de estuche ó de esqueleto externo, formado esencialmente de anillos dispuestos en hilera, y más ó menos movibles unos sobre otros. De esto resulta que, aun exteriormente, parecen divididos estos animales en segmentos ó anillos articulados seguidos unos de otros; para recordar esta disposición se da á dichos seres el nombre de ANIMALES ANILLADOS ó de ANIMALES ARTICULADOS. Debe además observarse que, en este tipo, son por lo general muy numerosos los miembros; los órganos de los sentidos son menos y menos perfeccionados que en los animales vertebrados; la sangre es casi siempre blanca, y el aparato de la circulación muy incompleto; en fin, existe en la estructura de estos animales un sinnúmero de otras particularidades de las cuales trataremos más adelante, y sólo añadiremos aquí que este modo de conformación es el que presentan las escolopendras (fig. 184), los cangrejos de río, las centollas, los insectos, etc.

Fig. 182. — Sistema nervioso de un insecto (Cárabo de los jardines).

Fig. 183[1].

§ 376. **Animales moluscos.** — Los MOLUSCOS tienen, como los animales precedentes, los principales órganos pares y simétricos; pero el cuerpo, en lugar de desarrollarse en longitud siguiendo una línea recta, tiende á afectar una posición encorvada

[1] Corte ideal del cuerpo de un cangrejo de río: — *e*, estómago, por debajo del cual se ven el esófago y la boca; — *i*, intestino; — *f*, hígado; — *s*, corazón; — *c*, ganglios nerviosos cefálicos situados delante y debajo del esófago; — *g*, ganglios torácicos y abdominales situados por debajo del canal alimenticio.

ó espiral, de manera que la boca y el ano, por ejemplo, en vez de ocupar las dos extremidades, se hallan más ó menos cerca (figura 186). El sistema nervioso se compone esencialmente de ganglios como en los animales anillados, y como en éstos una parte de

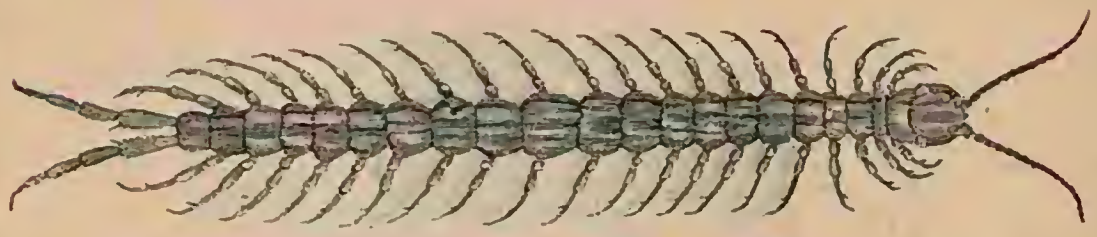


Fig. 184. — Escolopendra.

dicho sistema ocupa aún el lado dorsal, y la otra se halla situada en el lado ventral del tubo digestivo (fig. 199); pero el referido sistema no constituye una larga cadena media como en el tipo precedente. Los moluscos se diferencian de los animales vertebrados y anillados por la ausencia de toda especie de esqueleto articulado, sea interior, sea exterior. Su cuerpo es blando y la

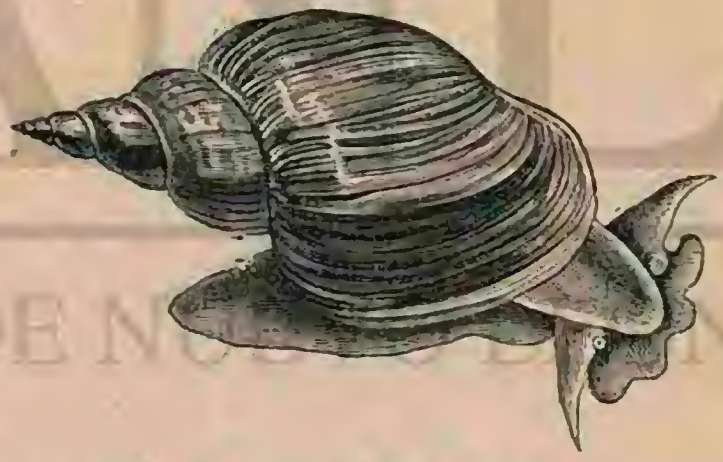


Fig. 185. — Limnea (*S. Stagnalis.*)

piel constituye una envoltura flexible y contráctil; frecuentemente se recubre de láminas córnas ó calcáreas llamadas *conchas* (figura 185), y algunas veces se desarrolla en el interior de ellas; pero nunca constituye una serie de anillos movibles análogos á los de los animales anillados. Añadamos que en este tipo son casi siempre incompletos los órganos de los sentidos; nunca existe órgano

especial para el olfato; que muchísimos de estos animales no tienen

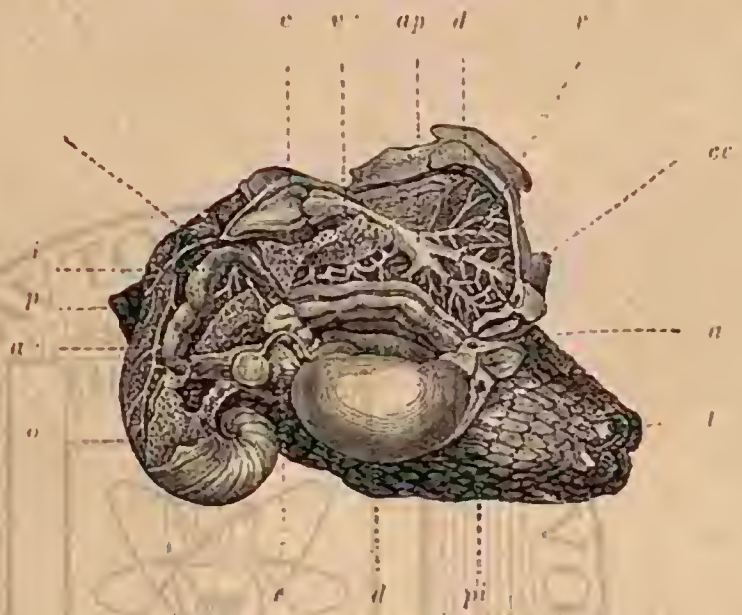


Fig. 186. — Anatomía del caracol[1].

ojos y que casi nunca poseen miembros para la locomoción; finalmente, su sangre es blanca como en la mayor parte de los anillados, pero el aparato de la circulación á menudo más completo.

§ 377. **Zoófitos.** — En fin, en el cuarto y último tipo, el de los ZOÓFITOS, en vez de agruparse simétricamente en relación con un plano medio las diversas partes del cuerpo, tienden á colocarse al rededor de un punto central ó de una línea vertical, como afectando disposición radial más ó menos completa. En cuanto al sistema nervioso, á menudo no se percibe ninguna traza de él, y, cuando existe, hállase reducido á un estado rudimentario; también faltan casi por completo los órganos de los sentidos. En fin, todas las partes de la economía son sencillísimas. Por sus formas, lo mismo

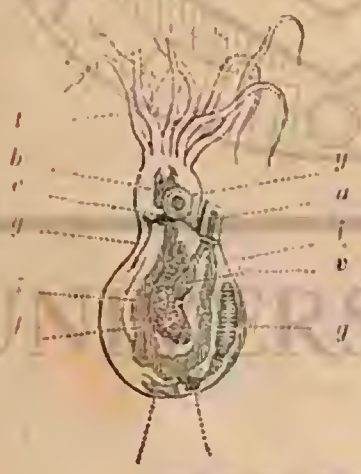


Fig. 187[2].

[1] *pi*, pie; — *t*, tentáculos medio contraídos; — *d*, especie de diafragma que separa la cavidad respiratoria de las demás vísceras; — *e*, porción del estómago; — *f*, hígado; — *o*, ovario; — *i*, intestino; — *r*, recto; — *a*, ano; — *c*, corazón (hallándose abierto el pericarpio) ;- *ap*, arteria pulmonar que se ramifica en la pared de la cavidad pulmonar *p*; — *ar*, aorta: — *v*, glándula secretoria de la viscosidad; — *cv*, canal excretor que va á abrirse cerca del ano.

[2] Corte ideal del cuerpo de un molusco cefalópodo; — *t*, brazos ó ten-

que por su sistema de vida, presentan á primera vista estos animales parecido tan grande con las plantas, que por mucho tiempo se ha desconocido su verdadera naturaleza, considerándoseles como pertenecientes al reino vegetal. Á causa de este parecido se les da el nombre de *zoófitos* ó *animales-plantas;* y por la disposición radial á menudo tan manifiesta en sus órganos se les designa también á veces con el nombre de *animales radiarios.*

Los pólipos, de que ya hemos tenido ocasión de hablar (§ 347), las actinias ó anémonas de mar (fig. 188), y las asterias ó estrellas de mar (fig. 179), pueden dar idea del conjunto de esta división [1].

Fig. 188. — Actinia.

§ 378. **División de los tipos en clases.** — Los diversos animales reunidos en cada uno de los tipos ó grupos primarios de que acabamos de hablar se asemejan, pues, entre sí, por el plan general de su organización, y presentan en común numerosos caracteres salientes; pero están lejos de parecerse bajo otros numerosos aspectos y difieren con frecuencia unos de otros por la manera como se verifican muchas de las funciones más importantes del organismo. Es preciso, por consiguiente, dividirlos de nuevo en grupos secundarios, estableciéndose estas divisiones según las grandes modificaciones que se observan en su estructura.

§ 379. Así entre los ANIMALES VERTEBRADOS, nacen unos vivos y provistos de mamas para alimentar sus pequeñuelos; otros salen de un huevo en el cual encontraron las materias nutritivas necesarias para su constitución, y están privados de órganos de lactación. Unos respiran en el aire, otros en el agua. Unos tienen circulación completa; otros no envían al aparato respiratorio sino una parte de la sangre vuelta impropia para la conservación de

---

táculos que rodean la cabeza; — *b*, boca; — *i*, canal alimenticio; — *u*, ano; — *f*, hígado; — *c* y *g*, ganglios nerviosos; — *q*, branquias; — *s*, corazón; — *o*, aparato reproductor; — *y*, bolsilla de la tinta; — *y*, ojos.

[1] Algunos zoólogos han creído deber admitir una quinta división primaria del reino animal comprendiendo las esponjas y caracterizada por la falta de toda forma regular. Pero nos parece que no debe adoptarse esta clasificación, porque los seres raros ordenados en este tipo de los *amorfozoos* presentan en la primera edad los mismos caracteres de los pólipos; sólo que su desarrollo orgánico se detiene en un grado que es transitorio para dichos zoófitos y se deforman al crecer. Los más sencillos y pequeños se designan comunmente con el nombre de *protozoos.*

la vida por su acción sobre los tejidos, y mezclan el resto de este líquido con la sangre arterial destinada á nutrir sus órganos. Unos tienen sangre caliente; otros apenas producen calor. En fin, unos son conformados para elevarse en el aire, otros para vivir en el suelo, y otros para nadar en el seno de las aguas. Estas diferencias tienen grande importancia fisiológica, y coinciden entre sí caracterizando en este tipo cinco divisiones secundarias. De lo que resulta que, para ordenar los animales vertebrados según los principios de los métodos naturales, es preciso dividirlos en cinco clases, á saber: *Mamíferos*, *Aves*, *Reptiles*, *Batracios* ó *Anfibios* y *Peces*[1], y disponer estas clases en dos grupos según que posean branquias ya durante toda la vida, ya en la primera edad solamente, ó que jamás tengan órganos respiratorios de este género. El primero de estos sub-tipos se compone de los peces y de los batracios, que son todos *vertebrados branquiales* ó *analantoideos*; el segundo, llamado sub-tipo de los *vertebrados alantoideos*, comprende los reptiles, aves y mamíferos.

§ 380. En el tipo de los ENTOMOZOOS ó animales anillados (fig. 189), se observan modificaciones de estructura no menos nota-

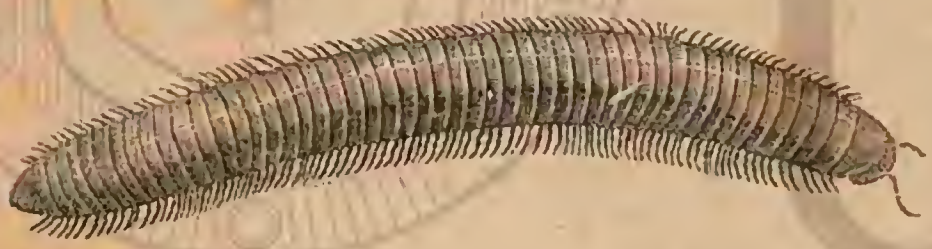


Fig. 189. — Yula.

bles. Unas veces, como en la talitra (fig. 190), existen miembros articulados que sirven como palancas en el aparato de la locomoción, y la porción cefálica del sistema ganglionar adquiere importancia considerable; otras veces, al contrario, en la sanguijuela, verbigracia (fig. 192), no hay miembros articulados, los ganglios nerviosos son poco desarrollados y existen entre todos estos pequeños centros medulares grandísima uniformidad de estructura y de funciones. Débese pues subdividir este tipo en dos grupos secundarios, formados, uno por los *Animales articulados*

[1] En las primeras ediciones de esta obra, no estaban divididos los vertebrados sino en cuatro clases, como en la clasificación de Cuvier, y los batracios estaban confundidos con los reptiles, pero hoy, que se conocen mejor los caracteres de estos animales, es necesario separarlos.

propiamente dichos y el otro por los *Gusanos*: mas esta clasi-

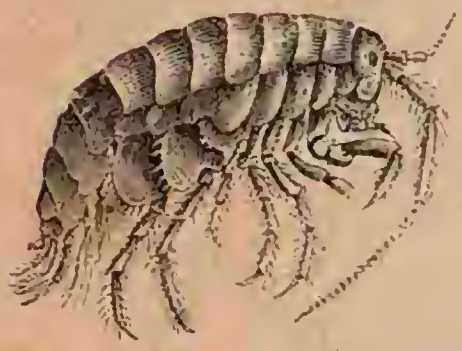


Fig. 100. — Talitra.

Fig. 191. — Telfuso.

ficación no basta para representar todas las grandes diferencias fáciles de comprobar en la naturaleza de estos seres.

En efecto, entre los ANIMALES ARTICULADOS propiamente dichos se encuentran: Los *Insectos* (fig. 193 y 194), que reciben aire en todas las partes de la economía por medio de tráqueas (fig. 71);

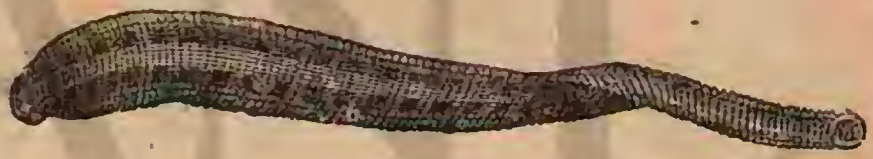


Fig. 192. — Sanguijuela.

Fig. 193. — Agrión.

Fig. 194. — Betilo.

que tienen el cuerpo dividido en tres partes desemejantes, la cabeza, el tórax y el abdomen; que tienen siempre tres pares de

patas y que casi siempre están provistos de alas. Los *Miriápodos* (fig. 189), que se parecen á los insectos por su sistema de respiración, y que tienen también cabeza distinta, pero que nunca se halla su tronco dividido en tórax y abdomen; que poseen de veinticuatro á sesenta pares de patas, ó aun más, y que carecen siempre de alas. Los *Arácnidos* (fig. 195), que ya no tienen cabeza distinta del tórax, que poseen siempre cuatro pares de patas solamente, y que respiran el aire como todos los precedentes, pero

Fig. 195. — Araña doméstica.

que no siempre están provistos de tráqueas, recibiendo en tal caso dicho fluido en bolsillas pulmonares. Los *Crustáceos* (fig. 191), que tienen al contrario la respiración acuática y branquial, y que poseen casi siempre de cinco á siete pares de patas á propósito para la locomoción[1].

[1] Desde hace poco años se ha reconocido que los *Cirrópedos*, que formaban una clase particular, debían entrar en la de los *Crustáceos*.

La división de los GUSANOS debe comprender también muchos tipos bien distintos. Preséntanse en primer lugar los *Anélidos* (fig. 192), cuyo sistema ganglionar es perfectamente visible en toda la longitud de su cuerpo; cuya sangre, roja de ordinario, circula en un sistema vascular muy complejo; cuya respiración se verifica casi siempre en un aparato branquial bien desarrollado y cuyos movimientos se ejecutan por lo general por medio de pestañas ó cerdas movibles (fig. 196). En ella incluímos los *Rotatorios*, animales microscópicos, que parecen desprovistos de órganos especiales para la circulación, y que no tienen branquias, pero que por lo general poseen órganos vibrátiles de singularísima

Fig. 196.—Nereida.

disposición (fig. 197). En fin, también deben incluirse en este sub-tipo los *Turbelarios*, cuyo cuerpo carece de miembros y cuyo sistema nervioso se compone esencialmente de dos cordones laterales que nacen de dos ganglios cefálicos; lo mismo que los *Gusanos intestinales*, que no presentan vestigios de sistema nervioso, que por lo general son de sencillísima estructura, pero que se relacionan con los anélidos íntimamente, y que á menudo parecen de cierto modo representantes degenerados del mismo tipo zoológico[1].

En fin, estos parásitos son de tres suertes, y difieren entre sí por su forma general lo mismo que por su organización interna.

Fig. 197.—Rotifero.

Unos tienen el cuerpo cilíndrico y se conocen con los nombres de *Gusanos nematoídeos* ó *Helmintos* propiamente dichos; otros

[1] Debemos declarar, sin embargo, que todos los naturalistas no se hallan de acuerdo en clasificar de este modo los helmintos y que Cuvier los ordena en-

tienen el cuerpo aplanado, y en éstos deben distinguirse los *Trematoídeos*, en los cuales no se perciben divisiones transversales, y los *Cestoídeos* ó *Gusanos acintados*, que se componen de una serie de segmentos formando una larga cinta.

Fig. 198. — Ascáride.

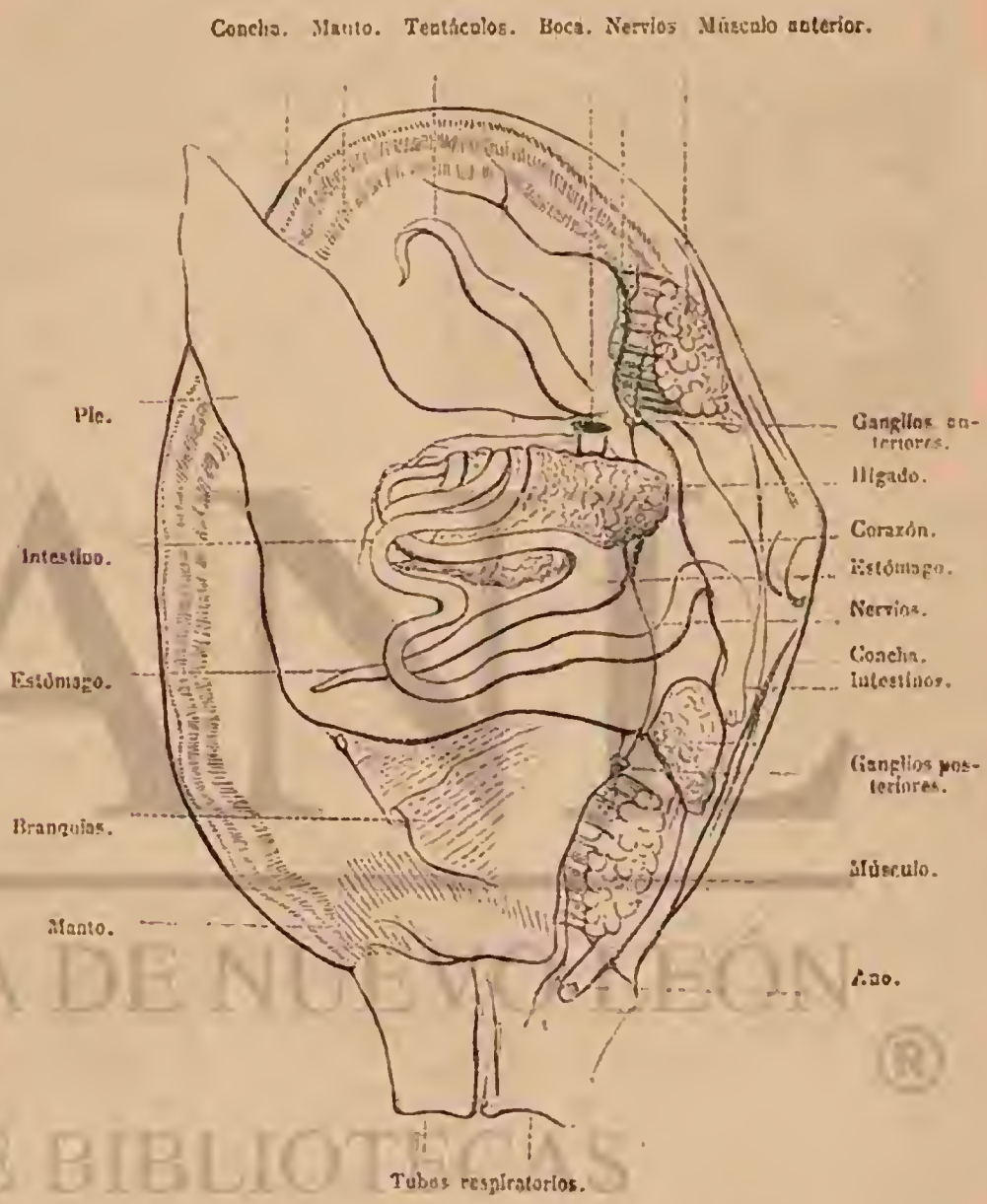
Para poner la clasificación de los animales anillados en armonía con las diferencias que tenemos que señalar en la naturaleza de estos seres, es necesario, pues, dividirlos en ocho clases distintas, á saber: la clase de los *Insectos*, la clase de los *Miriápodos*, la clase de los *Arácnidos*, la clase de los *Crustáceos*, la clase de los *Rotatorios*, la clase de los *Anélidos*, la clase de los *Turbelarios*, la clase de los *Helmintos* ó *Nematoídeos*, la clase de los *Trematoídeos* y la clase de los *Cestoídeos*.

Fig. 199. — Sistema nervioso de un molusco[1].

tre los animales radiados ó zoófitos; pero nada tienen de radial en su organización, y presentan ordinariamente, por la conformación general de su cuerpo, grande analogía con los animales anillados, y principalmente con los anélidos: nos parece, por consiguiente, más natural incluirlos en este último tipo primario.

[1] Sistema nervioso de la aplisia, molusco de la clase de los Gasterópodos: — *c*, ganglios cerebroídeos; — *g*, ganglios torácicos ó sub-esófagideos; — *o*, collar nervioso que rodea el esófago; — *l*, ganglios labiales; — *v*, ganglio visceral.

§ 381. El tipo de los ANIMALES MOLUSCOS nos presenta igualmente modificaciones orgánicas que exigen una división análoga. En unos, que pueden llamarse *Moluscos propiamente dichos*, existe un sistema nervioso compuesto de dos ó más pares de



200. — Anatomía de un molusco acéfalo (la mactra).

ganglios reunidos por cordones medulares (fig. 199), y la reproducción no se efectúa sino por medio de huevos. En los otros, que he designado con el nombre de *Moluscoídeos*, reducido el sistema nervioso á un estado rudimentario, parece que consiste en un ganglio único, y en la mayor parte de los casos se opera la

multiplicación de los individuos por el desarrollo de botones tanto como por generación ovípara; de lo cual resulta que á menudo nacen los individuos unos de otros permaneciendo unidos entre sí, y constituyen masas animadas de aspecto fitoideo (fig. 201).

Los MOLUSCOÍDEOS se subdividen en dos clases, según que tengan el aparato respiratorio encerrado en la cavidad bucal, ó constituído por una corona de largos tentáculos labiales. Los primeros se designan con el nombre de *Tunicados* (fig. 201); los segundos forman la clase de los *Bryozoos*.

Fig. 201. — Ascidias sociales[1].

Los moluscos propiamente dichos difieren entre sí por caracteres cuya importancia es todavía considerable. Así, en unos se hallan muy alejados los ganglios cefálicos de los ganglios abdominales; no existe cabeza distinta, no se percibe ninguna traza de órganos especiales para los sentidos; los órganos del movimiento son imperfectísimos, y el cuerpo está envuelto por repliegues cutáneos parecidos á telas, y protegido exteriormente por una concha bivalva (fig. 200). Los mejillones, mactras, tridacnas, etc., se hallan organizados de esta manera.

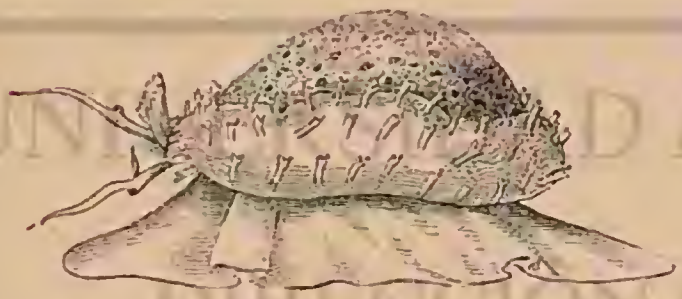


Fig. 202. — Porcelana (*Cypræa*).


Fig. 203. — Concha de paludina.

Otros moluscos, como los caracoles, limneas (fig. 185) y porcelanas (fig. 202), tienen cabeza distinta; sus ganglios nerviosos

[1] Ascidias del género *Porophora*: — *b*, boca; — *e*, estómago; — *i*, intestinos; — *a*, ano; — *l*, cordón común. Las flechas indican la dirección de la corriente de agua que sirve para su respiración.

se hallan por lo general muy aproximados unos de otros y agrupados al rededor del esófago; tienen ojos; la faz inferior del cuerpo está ocupada por un órgano carnudo que sirve para la locomoción; en fin, la parte superior está ordinariamente protegida por una concha que nunca es bivalva y que presenta casi siempre la forma de un cono más ó menos arrollado en espiral (fig. 203).

Fig. 204. — Hyala

Otros todavía, provistos de cabeza distinta como los precedentes, tienen de cada lado del cuello especies de alas membranosas que les sirven de remos para la natación (fig. 204).

En fin, también los hay que tienen en la cabeza largos apéndices contráctiles y prehensiles, que desempeñan á la vez las funciones de pies y de brazos (fig. 205), que tienen el sistema nervioso más desarrollado que los demás animales del mismo tipo, y que de ordinario se halla sostenido su cuerpo por una especie de concha interior.

Estos diversos modos de conformación sirven de base á la división de los moluscos propiamente dichos en cuatro clases, desig-

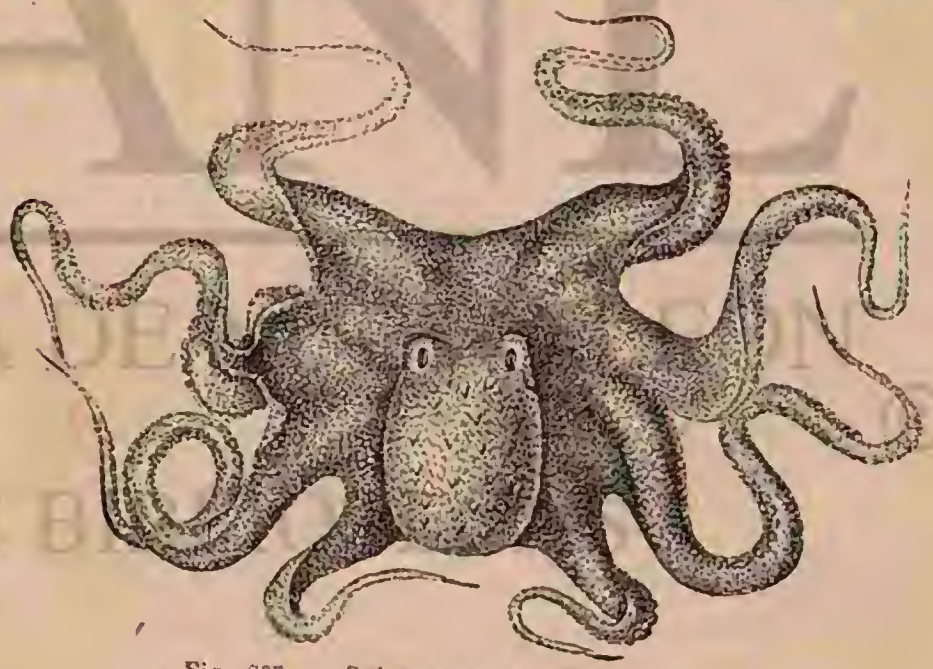


Fig. 205. — Pulpo común *(Octopus vulgaris)*.

nadas con los nombres de *Acéfalos*, *Gasterópodos*, *Pterópodos* y *Cefalópodos*. La ostra puede servirnos de ejemplo de la primera

de estas divisiones, esto es, de la clase de los acéfalos; el caracol pertenece á la clase de los gasterópodos: la hyala (fig. 204) á la de los pterópodos, y el pulpo (fig. 205) al grupo de los cefalópodos.

§ 382. Finalmente, el cuarto y último tipo del reino animal, el de los zoófitos, comprende del mismo modo seres muy variados y se divide con arreglo á esto en varias clases. En uno de estos grupos, llamado clase de los *Equinodermos*, se halla el cuerpo

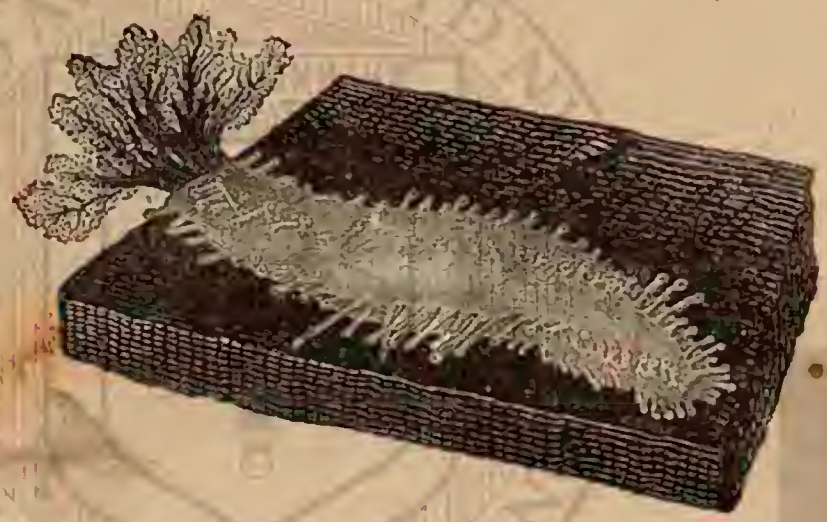


Fig. 206. — Holothuria.

dispuesto para arrastrarse sobre la arena o rocas del fondo del mar, y, para esto, tiene la superficie provista de numerosos apen-

Fig. 207. — Pólipo del coral.

Fig. 208. — Rhizostoma.

dicillos prehensiles: la envoltura tegumentosa presenta también una consistencia considerable y á menudo es de dureza pétrea. Las estrellas de mar, de que ya hemos hablado (fig. 179), y las

holothurias (fig. 206) presentan este modo de conformación, que se encuentra también en los erizos, etc.

En un segundo grupo, formado por los *Acalefos*, el cuerpo es al contrario enteramente gelatinoso y dispuesto sólo para nadar. Las medusas (fig. 208), que flotan en el mar, y que frecuentemente son lanzadas por las olas á las playas arenosas de nuestro litoral, sirven de ejemplo para esta clase de zoófitos.

En una tercera clase, la de los *Coraliarios* ó *Pólipos* propiamente dichos (fig. 209) no existe ya ningún órgano de locomo-

Fig. 209. — Rama de coral.

Fig. 210. — Polipero del género cariofilia.

Fig. 211. — Esponja.

ción; el animal está destinado á vivir adherido al suelo, y su boca se halla rodeada de tentáculos movibles (fig. 207) con los cuales toma del agua los corpúsculos necesarios para su nutrición. Por lo general, una parte de sus tegumentos se osifica de cierta manera constituyéndole una especie de cavidad calcárea ó córnea (fig. 210), y, en la mayor parte de los casos también los individuos nacen de botones en la superficie del cuerpo de otros, no se desprenden de él, y constituyen juntos masas animadas y de

formas variadas, que por lo general presentan el aspecto de una planta ramosa cargada de flores.

Las actinias, ó anémonas de mar (fig. 188), pertenecen á esta clase; lo mismo sucede con los animales del coral (fig. 207 y 209), las cariofilias (fig. 210), etc. Igualmente que en los acalefos hace las veces de estómago la cavidad general del cuerpo. Desíguanse con el nombre común de *cœlentéreos* todos los zoófitos que se hallan formados de este modo.

Un cuarto grupo nos presentan los *Espongiarios*, animales singulares que, en la primera edad, tienen forma oval, nadan libremente ayudados por pestañillas vibrátiles que cubren la superficie de su cuerpo, y se parecen á las larvas de los acalefos y de los pólipos; pero no tardan en fijarse, y no solamente pierden entonces la sensibilidad y el movimiento, sino que se deforman hasta el punto de no parecerse á nada de lo que existe en el resto del reino animal (fig. 211).

En conclusión, la mayor parte de los naturalistas incluyen también en el tipo de los zoófitos un quinto grupo compuesto de multitud de seres pequeñísimos que se presentan en las aguas corrompidas, y que han recibido el nombre de *animálculos infusorios* (fig. 212). Muévense por medio de pestañillas vibrátiles,

Fig. 212. — Infusorios[1].

y por lo general se parecen mucho á las larvas de los espongiarios, de los pólipos y de los acalefos, pero no cambian de forma al crecer y son notables por su reproducción escisípara.

Hasta hace pocos años se confundian estos pequeñísimos seres con los rotatorios, con el nombre común de *animálculos microscópicos* ó de infusorios; y, para distinguirlos, se les llamaba á menudo *infusorios pestañosos* ó *poligástricos*. Por lo demás aun no se halla bien determinado el lugar que deben ocupar en nuestras clasificaciones zoológicas.

---

[1] Diversos infusorios pestañosos vistos por el microscopio : — I, mónadas; — II, trachelius anas; — III, enquelida representada en el momento en que lanza materias fecales; — IV, paramecia; — V, kolpoda; — VI, traquelius fasciolar marchando sobre vegetales microscópicos.

						CLASES:	EJEMPLOS:
REINO ANIMAL.	Tipo 1.º OSTEOZOOS ó A. VERTEBRADOS.	Esqueleto interior: Sistema nervioso cerebro-espinal. Los órganos de la vida de relación simétricos con relación á un plano medio recto	VERTEBRADOS ALANTOÍDEOS.	Respiración pulmonar desde el nacimiento: nunca branquias. Feto provisto de alantoide y amnios. . . .	Organos de lactación. Sangre caliente. Circulación completa y corazón de cuatro cavidades. Respiración pulmonar simple. Lóbulos del cerebelo reunidos por una protuberancia anular. Quijada inferior articulada directamente con el cráneo. Cuerpo ordinariamente cubierto de pelos. Vivíparos.	MAMÍFEROS.	Hombre. Mono. Perro. Caballo. Ballena.
					No hay órganos de lactación. Encéfalo sin protuberancia anular. Quijada inferior unida al cráneo por uno ó dos huesos intermediarios. Ovíparos . .	Circulación completa y corazón de cuatro cavidades. Respiración doble. Sangre caliente. Cuerpo cubierto de plumas	AVES.	Águila. Gorrión. Gallo. Avestruz. Pato.
						Circulación incompleta; corazón dividido ordinariamente en tres cavidades. Sangre fría. Cuerpo cubierto de escamas.	REPTILES.	Tortuga. Lagarto. Culebra.
			VERTEBRADOS BRANQUIALES ó ANALANTOÍDEOS.	Respiración branquial en la primera edad, ó aun durante toda la vida. No hay alantoide ni amnios.	Pulmones en el adulto. Cuerpo desnudo. Metamorfosis en la primera edad. Corazón de tres cavidades.	BATRACIOS.	Rana. Salamandra. Proteo.
					No existen pulmones, ni metamorfosis. Corazón de dos cavidades. Cuerpo ordinariamente cubierto de escamas	PECES.	Perca. Carpa. Anguila. Raya. Tiburón.
	Tipo 2.º ENTOMOZOOS ó A. ANILLADOS.	No existe esqueleto interior: pero sí por lo general un esqueleto tegumentoso compuesto de anillos móviles. No hay eje cerebro-espinal. Sistema nervioso central compuesto ordinariamente de una serie de ganglios unidos por pares en la línea media del cuerpo, de modo que rodean al esófago y constituyen una larga cadena derecha. Los diversos órganos simétricos con relación á un plano medio recto.	ARTHRÓPODOS ó A. ARTICULADOS.	Cuerpo provisto de órganos de locomoción articulados. Sistema ganglionar muy desarrollado	Respiración aérea que se verifica por traqueas ó bolsas pulmonares	Cuerpo compuesto de cabeza, tórax y abdomen distintos, y con tres pares de patas. Tráqueas. Sistema vascular casi nulo.	INSECTOS.	Saltón. Langosta. Abeja. Mariposa. Mosca.
						Cuerpo compuesto de cabeza y de una serie de anillos toraco-abdominales. Veinte y cuatro pares de patas ó más. Tráqueas. Sistema vascular poco desarrollado.	MIRIÁPODOS.	Escolopendra. Yula.
						Cabeza confundida con el tórax. Cuatro pares de patas. Unas veces traqueas, otras bolsas pulmonares. Sistema vascular por lo general bastante desarrollado.	ARÁCNIDOS.	Araña. Escorpión. Falangia. Mita.
					Respiración acuática que se efectúa por branquias ó por la piel. Aparato vascular muy desarrollado. Por lo general, cinco ú siete pares de patas.		CRUSTÁCEOS.	Centolla. Cangrejo. Esquila. Camarón. Cirípodos.
			GUSANOS.	Cuerpo desprovisto de órganos de locomoción articulados. Sistema ganglionar poco desarrollado ó rudimentario	Respiración casi siempre branquial. Sangre casi siempre de color. Sistema nervioso bien distinto que forma una cadena ganglionar media. En general tubérculos sedáceos que sirven de patas		ANÉLIDOS.	Nereida. Sérpula. Lombriz terrestre. Sanguijuela.
					Respiración cutánea é incierta; sangre incolora casi siempre. Sistema nervioso más ó menos rudimentario y lateral; jamas cadena ganglionar media.	Sin ventosas.	No existen pestañas vibrátiles exteriores. Cuerpo cilíndrico sin órganos locomotores y sin divisiones anulares distintas. Tubo digestivo simple y abierto por sus dos extremidades (Parásitos).	HELMINTOS ó NEMATOÍDEOS.	Ascárides. Strongles.
							Pestañas vibrátiles en dos lóbulos situados á los lados de la cabeza. Cuerpo anillado. Canal digestivo tubular y abierto por sus dos extremidades	ROTATORIOS.	Rotíferos. Braquiones.
							Pestañas vibrátiles diseminadas por toda la superficie del cuerpo, haciendo de órganos locomotores; tubo digestivo, á menudo ramoso y sin ano.	TURBELARIOS.	Nemertes. Planarios.
						Una ó varias ventosas que constituyen órganos de fijación. Cuerpo aplanado. Aparato digestivo por lo general ramoso y sin abertura anal (Parásitos)	Cuerpo inarticulado y corto, por lo general discoideo.	TREMATOÍDEOS.	Fascíola.
							Cuerpo multiarticulado y alargado en forma de cinta. En general, ganchos al rededor de la extremidad anterior. .	CESTOÍDEOS.	Tenia.
	Tipo 3.º MALACOZOOS ó MOLUSCOS.	No existe esqueleto articulado interior, ni esqueleto anular exterior. Cuerpo unas veces desnudo, y otras revestido de una concha. Sin eje cerebro-espinal. Sistema nervioso compuesto de ganglios cuya reunión forma un collar esofágico, pero que nunca constituye una larga cadena media recta. Los principales órganos simétricos con relación a la línea media ordinariamente encorvada	MOLUSCOS propiamente dichos.	Sistema nervioso compuesto de muchos ganglios reunidos por cordones medulares. Generación ovípara solamente.	Cabeza distinta provista de diversos apéndices y de ojos por lo general. De ordinario, concha univalva (jamas bivalva).	Órganos de locomoción dispuestos al rededor de la boca, y con forma de tentáculos ó de brazos	CEFALÓPODOS.	Pulpo. Sepia.
						Órganos de locomoción dispuestos á cada lado del pescuezo, y con forma de remos nadadores.	PTERÓPODOS.	Hyala. Clio.
						Un órgano de locomoción que ocupa la faz inferior del cuerpo y que tiene la forma de un pie ó disco carnudo.	GASTERÓPODOS.	Caracol. Bocina. Porcelana.
					Sin cabeza distinta. Concha bivalva.		ACÉFALOS.	Ostra. Almeja. Solen.
			MOLUSCOÍDEOS.	Sistema nervioso rudimentario ó ninguno. La reproducción se efectúa en general por botones lo mismo que por huevos	Respiración que se verifica por branquias interiores. No existen tentáculos protractiles al rededor de la boca. Sistema vascular y corazón.		TUNICADOS.	Ascidias. Biforos.
					Respiración que se verifica por branquias exteriores que constituyen al rededor de la boca una corona de tentáculos pestañosos y protractiles. No existe sistema vascular ni corazón.		BRYOZOOS.	Plumatella. Flustros.
	Tipo 4.º ZOÓFITOS.	En general no existe esqueleto articulado interior ni exteriormente. Sistema nervioso rudimentario ó ninguno. Los diversos órganos están dispuestos de manera más ó menos radial con relación á un eje ó punto central, ya en estado adulto ó en la primera edad solamente . . .	RADIARIOS ó A. RADIADOS.	Cuerpo que presenta disposición radial muy pronunciada, ya en su conjunto, ya en sus principales partes. Casi siempre apéndices prehensiles, tales como tentáculos dispuestos en corona al rededor de la boca. . . .	Animales conformados para la reptación. La superficie del cuerpo ordinariamente cubierta de tentaculillos terminados por ventosas. En general, ano opuesto á la boca. Tegumentos á menudo muy duros y con frecuencia armados de espinas		EQUINODERMOS.	Holothuria. Asterias. Erizos.
					Animales conformados para nadar. Cuerpo por lo general ensanchado en forma de disco ó de saco contráctil. Tejidos blandísimos y de apariencia gelatinosa. Ano reemplazado por poros ó por la boca misma		ACALEFOS.	Medusas. Béroes.
					Animales sedentarios, que viven casi siempre adheridos al suelo y sin órganos especiales para la locomoción. Cavidad digestiva que presenta un solo orificio. Individuos agregados por lo general y cubiertos por una capa córnea ó calcárea.		PÓLIPOS ó CORALIARIOS.	Actinia. Coral. Hidra.
			SARCODARIOS ó PROTOZOOS.	Cuerpo que presenta disposición esférica mas bien que radial y que se deforma á menudo con los progresos de la edad. Casi nunca apéndices prehensiles. Organismo sencillísimo y constituido principalmente por sarcoda. . . .	Forma general parecida á la de un esferoide, lo mismo en estado adulto que en la primera edad. Ordinariamente pestañillas vibrátiles ó apéndices flabeliformes que sirven para la natación. Cuerpo con una ó mas cavidades interiores que hacen de estómagos.		INFUSORIOS propiamente dichos.	Volvoces. Enquelitos. Mónadas.
					Forma general esferoidal en la primera edad solamente, volviéndose después irregular é indeterminada. Pocos ó ningunos indicios de sensibilidad ni de movimientos de locomoción en el estado adulto. Cuerpo cruzado por canales y sostenido por espinillas de naturaleza córnea, calcarea ó silícea		ESPONGIARIOS.	Esponjas. Espongilla.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tales son los caracteres más marcados de los principales tipos orgánicos que nos presenta el reino animal; el bosquejo que acabamos de presentar basta para dar una idea general de las modificaciones introducidas por la naturaleza en la estructura de los seres animados; pero si á esto limitásemos su estudio, no tendríamos sino nociones muy incompletas, y necesitamos ahora examinar con más atención cada una de las grandes divisiones que corresponden á dichas diferencias fundamentales. Antes de entrar en estas consideraciones, creemos no obstante que debemos detenernos todavía algunos instantes en la distinción de tipos y clases, á fin de resumir, en forma de cuadro sinóptico, las bases de la clasificación zoológica tal como acabamos de exponerlas (Véase el *cuadro* adjunto).

NOCIONES

SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LOS ANIMALES PERTENECIENTES Á LAS DIVERSAS CLASES DEL REINO ANIMAL.

TIPO PRIMERO.

ANIMALES VERTEBRADOS

§ 383. Los ANIMALES VERTEBRADOS[1], llamados así á causa de su esqueleto interior del cual forman las vértebras la parte más esencial, son los de facultades más variadas y perfectas de todos los seres animados; y, como puede preverse, según el principio que hemos establecido relativamente á la división del trabajo en la economía animal (§ 346), son también los que poseen órganos más numerosos y más complicados.

La existencia de un armazón sólido en el interior del cuerpo les permite llegar á un tamaño que los animales articulados, los moluscos y los zoófitos no alcanzan jamás; y la naturaleza de este esqueleto, cuyas piezas se hallan todas ligadas entre sí, da á sus

---

[1] En este boceto del tipo general del animal vertebrado, no hemos tenido presente al género *amphioxus*, cuya organización es sencillísima: pues en este extraño ser afín de los peces, faltan la mayor parte de los caracteres propios del tipo. Puédesele llamar *subvertebrado*.

movimientos una precisión y un vigor que raramente se ve en los demás animales.

Este esqueleto interior, que no se encuentra análogo en ningún otro tipo del reino animal, está en general compuesto de *hueso* y dispuesto poco más ó menos de la misma manera que en el hombre; algunas veces sin embargo, verbigracia, en las rayas, se halla formado por cartílago, y hasta se conocen peces en los cuales se halla reducido á un estado casi membranoso. El estudio que ya hemos hecho (§§ 259 á 282) de él nos evita tratar más extensamente aquí el mismo asunto; y sólo añadiremos que la parte de esta armazón que casi nunca falta y que menos varía de un animal á otro, es la especie de tronco óseo que contiene el eje cerebro-espinal y que forma la *columna vertebral* y el *cráneo*. Las costillas faltan en la rana, el esternón en las culebras; pero donde sobre todo presenta modificaciones numerosas el esqueleto es en los miembros. Una veces faltan completamente todos los huesos que entran en la composición de dichos órganos (como sucede en la culebra, etc.); otras veces sólo disminuye su número; y, respecto á esto, debe notarse que en los animales acuáticos presentan los miembros torácicos desarrollo más notable y existen de manera más general que los miembros abdominales; mientras que en los animales destinados á vivir sobre la tierra, los miembros posteriores pierden con menos frecuencia su importancia, y los miembros torácicos son los que más presentan ejemplos de desarrollo incompleto. En cuanto á las modificaciones que experimentan dichos órganos para volverse aptos para desempeñar las funciones á que la naturaleza los ha destinado, ya hemos tratado de ellas (§§ 289 á 295), y es por consiguiente inútil repetirlo en este lugar. Debe observarse también que siendo sobre todo útil en la natación la parte caudal del cuerpo, se halla más desarrollada en los peces que en las demás clases de vertebrados; desempeña también funciones importantes en el vuelo, y, por consiguiente presenta en las aves una estructura harto constante; mientras que en los animales esencialmente terrestres, de la clase de los mamíferos ó de la clase de los reptiles, pierde por lo general toda su utilidad y á menudo falta casi completamente. En conclusión, también debe notarse que en los animales menos elevados en la serie de los vertebrados, el esqueleto está ordinariamente formado de un número de piezas mucho mayor que en los mamíferos y las aves; lo que parece depender en su mayor parte de una especie de suspensión del desarrollo, á causa de la cual quedan sin soldarse entre sí, para constituir huesos de mayor tamaño, las piezas elementales de dicha armazón, como ocurre á medida que avanzan en edad en los vertebrados de san-

gre caliente. Esta multiplicidad de piezas óseas distintas es notable en la cabeza sobre todo; ya es bastante visible en los reptiles, pero donde llega á más alto grado es en los peces, siendo ésta una de los circunstancias que contribuyen algunas veces á hacer muy confusas las analogías de composición, de ordinario tan manifiestas, en el esqueleto de los diversos animales vertebrados comparado con el del hombre.

§ 384. El sistema nervioso es bastante más desarrollado en los animales vertebrados que en las otras divisiones del reino animal, siendo su parte central la más notable por su volumen. La sensibilidad de estos animales se halla en relación con su modo de organización, y su inteligencia es superior á la de todos los demás.

El eje cerebro-espinal presenta en todos estos animales las mismas relaciones de posición y la misma composición fundamental que en el hombre; está situado por entero en el lado dorsal del cuerpo, por encima del tubo digestivo (fig. 180), y siempre se distingue el *cerebro*, compuesto de dos hemisferios; lóbulos ópticos, cerebelo y médula espinal: sólo que el encéfalo se va reduciendo de volumen y su estructura simplificándose gradualmente á medida que se desciende del hombre hacia los peces. Los nervios de todos los animales vertebrados se parecen también más ó menos exactamente á los del hombre; los que pertenecen á las funciones de relación proceden todos del eje cerebro-espinal y en su mayor parte nacen constantemente por dos raíces, teniendo una de éstas un ganglio cerca de su base. La mayor parte de los nervios de las vísceras pertenecen al sistema ganglionar, y este sistema está siempre en relación con el sistema cerebro-espinal por una multitud de ramificaciones que se anastomosan con los nervios raquídeos. En fin, los sentidos exteriores son siempre cinco, y los órganos que les sirven de asiento presentan, con poca diferencia, la misma disposición que en el hombre.

§ 385. El aparato de la digestión no presenta también en esta gran división del reino animal sino diferencias bastantes ligeras: los dos orificios del canal alimenticio se hallan siempre muy alejados uno del otro; las quijadas se separan siguiendo la dirección de la línea media del cuerpo, y jamás se dirigen lateralmente como en los animales anillados; el intestino está fijo en el abdomen por el mesenterio (§ 45), y el quilo es transportado constantemente del instestino á las venas por canales particulares que pertenecen al sistema de los vasos linfáticos.

§ 386. La sangre, que es siempre roja, y es bastante más rica en glóbulos que en los animales inferiores, llega al corazón por venas; penetra primero en una auricula y pasa en seguida á un

ventrículo, de donde va toda ó parte al aparato de la respiración: por lo general, vuelve este líquido nutricio al corazón antes de dirigirse á las diversas partes del cuerpo; pero en ocasiones va directamente á éstas, y su movimiento circulatorio se determina unas veces por una aurícula y un ventrículo solos, otras por dos aurículas unidas á un ventrículo solamente, y, otras en fin, por un corazón compuesto de dos ventrículos y dos aurículas (§§ 107, 108, 109). La respiración se verifica siempre en un aparato particular situado por entero ó en parte en una cavidad interior del cuerpo; pero no siempre es aérea como en el hombre, y tiene su asiento tan pronto en pulmones como en branquias.

Entre los órganos secretorios cuya existencia hemos señalado en el hombre, hay dos que nunca faltan: el hígado y los riñones. El páncreas existe igualmente en la mayor parte de los animales vertebrados y también se les encuentra un bazo más ó menos desarrollado.

§ 387. Parece, pues, que la naturaleza ha seguido el mismo plan general en la creación de todos estos seres: no obstante, difieren todos entre sí, y algunas de las diferencias que presentan hasta son de altísima importancia en la economía; por esto conducen, como ya hemos visto, á la división de este tipo del reino animal en cinco clases y á dividir estas clases en dos sub-tipos: los *vertebrados alantoídeos* que respiran por pulmones sin tener branquias en ninguna época de su vida, y los *vertebrados branquiales* que respiran por medio de branquias ya durante toda la vida ya solamente en la primera edad.

SUB-TIPO DE LOS VERTEBRADOS ALANTOÍDEOS.

Este grupo compuesto de los mamíferos, las aves y los reptiles se caracteriza no solamente por la falta de branquias en todos los períodos de la vida, sino también por el modo de organización del animal antes de nacer. En efecto, en este grupo se halla siempre el feto provisto de un órgano particular llamado vesícula alantoides y se desarrolla siempre en el interior de una bolsa membranosa llamada amnios, partes una y otra que no existen en los vertebrados branquiales.

CLASE DE LOS MAMÍFEROS.

§ 388. La clase de los MAMÍFEROS se compone del hombre y de todos los animales que á él se parecen por las partes más importantes de su organización. Pónesele naturalmente á la cabeza del reino animal, á causa de contener los seres que tienen movimientos más variados, sensaciones más delicadas, facultades más múltiples é inteligencia más desenvuelta; y también nos interesa más que cualquiera otra clase, porque nos suministra los animales más útiles, sea para nuestro alimento, sea para nuestros trabajos y para las necesidades de nuestra industria.

En general es fácil de distinguir, al primer golpe de vista, un mamífero de un ave, de un reptil, de un pez, ó de cualquiera otro animal, por la sola consideración de su forma exterior y de la naturaleza de sus tegumentos; pues los mamíferos son los únicos animales vertebrados que tienen el cuerpo cubierto de *pelos*, y ordinariamente su forma general no se aleja sino poco de la de las especies que tenemos todos los días á la vista y que naturalmente tomamos como tipo de este grupo. Pero en ocasiones no se reconocen con un examen tan superficial, porque existen que tienen la piel completamente desnuda y cuyo cuerpo, en vez de parecerse al del perro, caballo ú otro mamífero cualquiera, presenta las formas propias de los peces; el delfín (fig. 213) y

Fig. 213. — Delfín común (*Delphinium phocæna*).

la ballena, por ejemplo, están en este caso; por lo cual el vulgo los toma por peces, de los que no obstante se diferencian por sus mamas, por su modo de respiración y por un sinnúmero de otros caracteres de los más notables.

§ 389. **Desarrollo y lactación.** — El modo de desarrollo y de alimentación en la primera época de la vida, es lo que de más notable presentan los mamíferos. Estos animales son vivíparos, y durante el período embrionario de su existencia no llevan con ellos una acumulación de materias nutritivas, como se ve en los animales ovíparos; toman directamente estas materias de

la sangre de su madre; y, después del nacimiento, vive el hijuelo aún á expensas de ésta que lo amamanta durante un plazo más ó menos largo.

La leche destinada á este efecto es un líquido blanco y opaco, formado por agua que tiene en disolución azúcar de leche, caseo, algunas sales y un poco de ácido láctico libre, y en suspensión glóbulos de manteca. Estas cualidades varían un poco en los diferentes animales y pueden ser modificadas por los alimentos que éstos usen; por lo general, deja por evaporación 10 á 12 por 100 de partes sólidas, pero su riqueza puede variar mucho según las circunstancias.

Este líquido nutritivo es secretado por glándulas especiales llamadas *mamas*, que existen en los dos sexos, pero que no sirven para la amamantación sino en la hembra. No se encuentran órganos análogos en ninguna otra clase del reino animal; y á causa de su existencia en todos los animales del grupo que estamos estudiando, han dado los zoólogos á dichos seres el nombre de *mamíferos*.

El número de mamas se halla por lo general poco más ó menos en relación con el de hijuelos de que se compone cada parto: á menudo son dos: verbigracia, en los monos, el elefante, la cabra y el caballo; pero otras veces también, es su número mayor: así la vaca, el ciervo y el león tienen cuatro; el gato, ocho; el cerdo y el conejo, diez; la rata, diez ó doce, y el aguti, doce á catorce. La posición de estas glándulas varía también: en los monos y murciélagos se hallan en el pecho como en la especie humana; en la mayor parte de los carnívoros, están colocadas en el abdomen igualmente que en le tórax; y en el caballo, buey, carnero, etc., se hallan aún más atrás, cerca de la articulación de los miembros posteriores.

Con frecuencia nacen los pequeñuelos con los ojos abiertos, y pueden en seguida correr y buscar ellos mismos su alimento; pero muchísimos otros mamíferos vienen al mundo con los ojos cerrados y en tal estado de debilidad que apenas se pueden mover; hasta los hay que nacen, por decirlo así, antes de tiempo, pues su cuerpo se halla apenas modelado y no podrían vivir si no se adhiriesen á la teta de su madre, de la cual permanecen colgados bastante tiempo. También debe observarse que en la mayor parte de los animales que nacen en este estado de imperfección extrema, forma la piel del vientre delante de las mamas una bolsa que sirve para alojar y proteger á los pequeñuelos. Esta particularidad de estructura caracteriza á las sarigas ó zarigüeñas (fig. 214), á los kanguros y á los demás mamíferos del orden de los mursapiales, animales que, en su mayor parte, viven

en Australia. Los pequeñuelos concluyen su desarrollo dentro de dicha bolsa, colgados cada uno de una teta que penetra bastante en la boca y que vierte en la garganta la leche cuya expulsión determinan contracciones de los músculos que rodean las glándulas mamarias. Cuando llegan á cierta edad se desprenden, pero continúan todavía mamando; y aun después que han salido de la bolsa que les ha servido de habitación, buscan en ella durante mucho tiempo refugio contra el frío ó los peligros que pueden amenazarles.

Fig. 214.— Zarigueña (*Didelphus*).

§ 390. **Tegumentos.** — La *piel*, como ya hemos dicho, presenta particularidades notables en la clase de los mamíferos. En un corto número de estos animales es desnuda, pero en la mayor parte se halla cubierta de *pelos* que sirven para protegerla y para conservar el calor desarrollado en el interior del cuerpo. La existencia de estos apéndices tegumentarios es de tal modo característica de esta clase, que uno de los zoólogos más hábiles de estos tiempos, D. de Blainville, ha propuesto reemplazar el nombre de mamíferos por el de *piliferos*, el cual contrastaría con

do son muy gruesos, puntiagudos, muy tiesos y que se parecen á espinas (ejemplos: el puerco-espín, fig. 217, y el erizo); y *cerdas*, cuando son más delgados y mucho menos resistentes, pero aun bastante tiesos menos en su extremidad (ejemplo: el jabalí). Las *crines* sólo difieren de las cerdas en que son un poco más flexibles y menos gruesas: por lo general son derechas como ellas, pero á veces son onduladas, sobre todo cuando son muy largas.

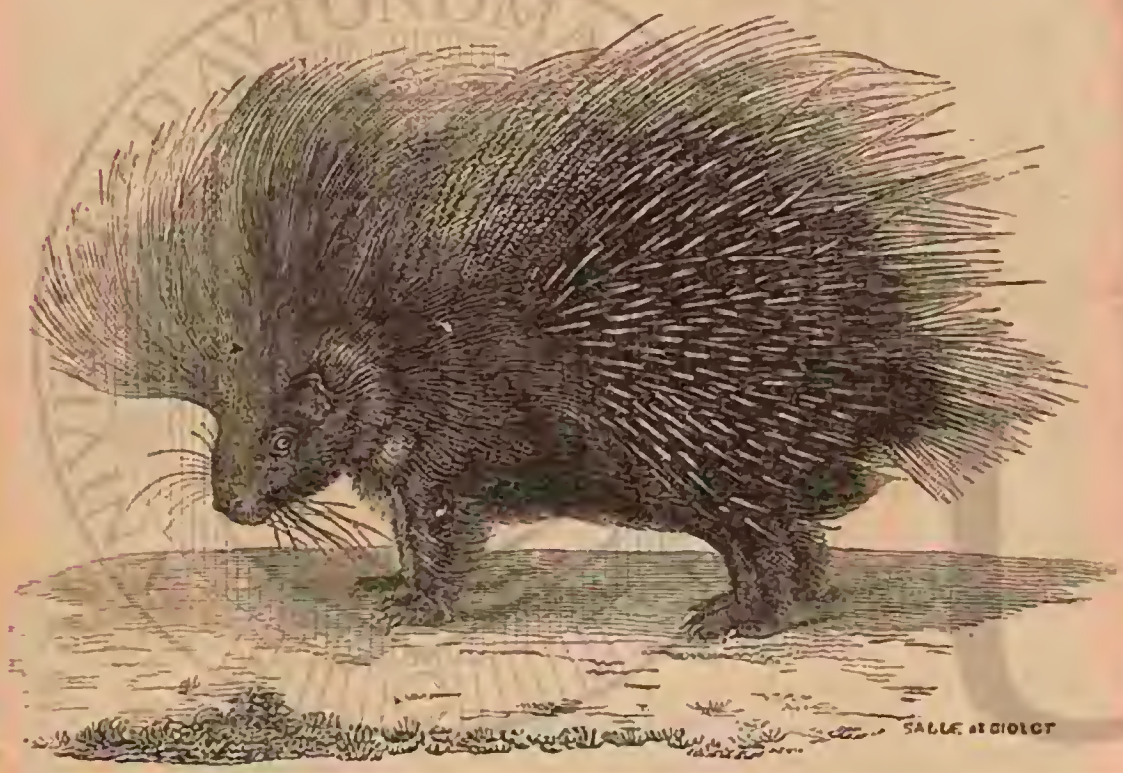


Fig. 217. — Puerco-espín *(Hystrix)*.

la *lana* es una especie de pelo largo, muy fino y rizado. Finalmente, el *vello* ó *borra* se compone de pelos de extremada delgadez y suavidad que, por lo general, se encuentran cubiertos con una capa de pelos comunes, que á menudo se designan con el nombre de *cabruda*.

El color de los pelos varía mucho, pero puede casi siempre asemejarse á modificaciones de los colores blanco, negro, pardo rojizo ó amarillento; depende principalmente de la existencia de una grasa de color que es soluble en el espíritu de vino hirviendo: cuando se extrae este aceite por la acción del líquido citado, toman todos los pelos un color gris amarillento. En los cabellos blancos se ha encontrado también un aceite blanco que, en los cabellos bermejos, se halla reemplazado por un aceite rojizo, y en los cabellos negros se ha comprobado la existencia de un aceite

teñido de negro azulado con súlfuro de hierro[1]. Unas veces tienen estos pelos el mismo color en toda su longitud: otras son más oscuros en la extremidad que en la base, y en ocasiones también presentan una serie de anillos blancos y de color. Por lo demás, su color varía casi siempre en las diferentes partes del cuerpo, y la disposición general de estas tintas constituye lo que se llama *pelaje* de los animales. En general son mucho más oscuros los colores en la faz superior que en la faz inferior del cuerpo, y cuando forman manchas, éstas están casi siempre dispuestas simétricamente de cada costado; á menos, sin embargo, que los animales no se hallen reducidos á estado de domesticidad, pues en este caso su pelaje presenta á menudo la mayor irregularidad.

Ordinariamente es igual el pelaje en los dos sexos y por lo general varía poco en las diferentes edades. Sin embargo, en algunas especies tienen los pequeñuelos manchas y matices variados que desaparecen en el adulto, y á menudo sucede que cambia el color de las mamíferos con las estaciones.

Por lo general caen los pelos en una época determinada del año, y son reemplazados por otros; esta muda ocurre ordinariamente en primavera ó en el otoño. Unas veces se verifica sin modificación en el color del pelaje; pero otras trae consigo cambios muy grandes, ya en el color, ya en la abundancia y naturaleza de los pelos. Así, nuestra ardilla común (fig. 143), cuyo pelaje es rojizo oscuro en verano, se vuelve de un hermoso color gris azulado en invierno. En esta última estación es por lo general mucho más cargada que en verano la piel de los mamíferos, y debajo de las crines y pelos más ó menos cerdosos que en parte la componen, hay cantidad más ó menos grande de *borra*. La influencia de la temperatura se hace sentir de la misma manera en los animales que habitan climas diferentes: los de los países fríos tienen pieles cargadas y abundantemente provistas de borra, mientras que los de los países cálidos no tienen sino pelos cortos, secos, tiesos y poco abundantes.

Lo que más se aprecia en las pieles es la tenuidad, abundancia, suavidad y brillantez del pelo; ahora bien, según lo que dejamos dicho respecto á la influencia de las estaciones y del clima en la envoltura tegumentaria de los mamíferos, puede preverse

---

[1] Existe también en las diferentes especies de cabellos azufre, que puede combinarse fácilmente con plomo y con algunos metales para formar súlfuros de colores; de este modo se consigue teñirlos de negro con la aplicación de sales de plomo, de mercurio, etc., siendo de este color el súlfuro que se forma entonces en la sustancia del pelo.

que en los países más fríos, en las montañas, y sobre todo durante el invierno, es donde se encuentran la más hermosa peletería; y, en efecto, del norte sale su mayor parte. Francia y los países vecinos suministran, es verdad, algunas pieles, pero principalmente en Siberia y en la parte más septentrional de América, es donde el comercio de pieles es en realidad importante.

Cuando los bulbos de los pelos se hallan extremamente aproximados unos á otros, los filamentos córneos que producen se sueldan de cierto modo entre sí y forman láminas sólidas: de esta suerte parece que nacen las especies de escamas que cubren el cuerpo de ciertos mamíferos muy singulares, conocidos con el nombre de *pangolines* (fig. 218), y la coraza de los tatos.

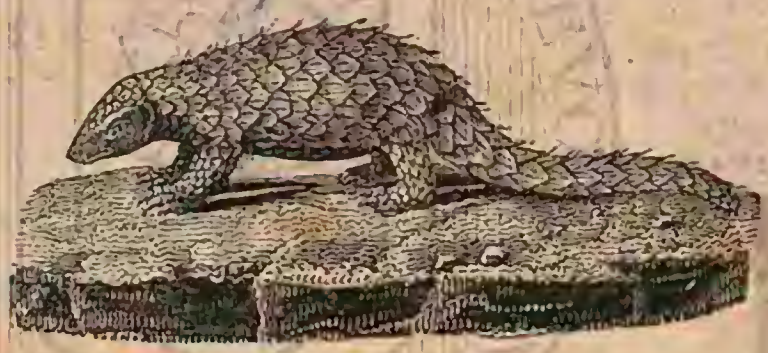


Fig. 218. — Pangolin (*Manis*).

Los anatómicos convienen también en que las uñas y cuernos tienen el mismo origen.

§ 391. **Esqueleto.** — La forma general del cuerpo se determina principalmente por el esqueleto; algunas veces, sin embargo, presenta particularidades que no se hallan en relación con la disposición de esta armadura interior: así, las gibas que tienen los camellos en el dorso (fig. 219) no se hallan sostenidas por huesos, y sólo consisten en una aglomeración de tejido adiposo.

El esqueleto presenta siempre en su conformación la mayor analogía con el del hombre, que ya hemos estudiado (§ 269, etc.). Las diferencias que se observan en él en los diferentes animales de esta clase dependen esencialmente: 1.°, de la falta de miembros abdominales en los mamíferos pisciformes, tales como el delfín (fig. 213) y la ballena, que los zoólogos han comprendido en el orden de los cetáceos; 2.°, de la disminución del número de los dedos y de la falta de clavícula en la mayor parte de las especies cuyos miembros sirven sólo para la marcha; 3.°, de algunas variaciones en el número de las vértebras, sobre todo en las re-

giones dorsal y caudal; de la desigualdad en el volumen relativo presentado por los mismos huesos.

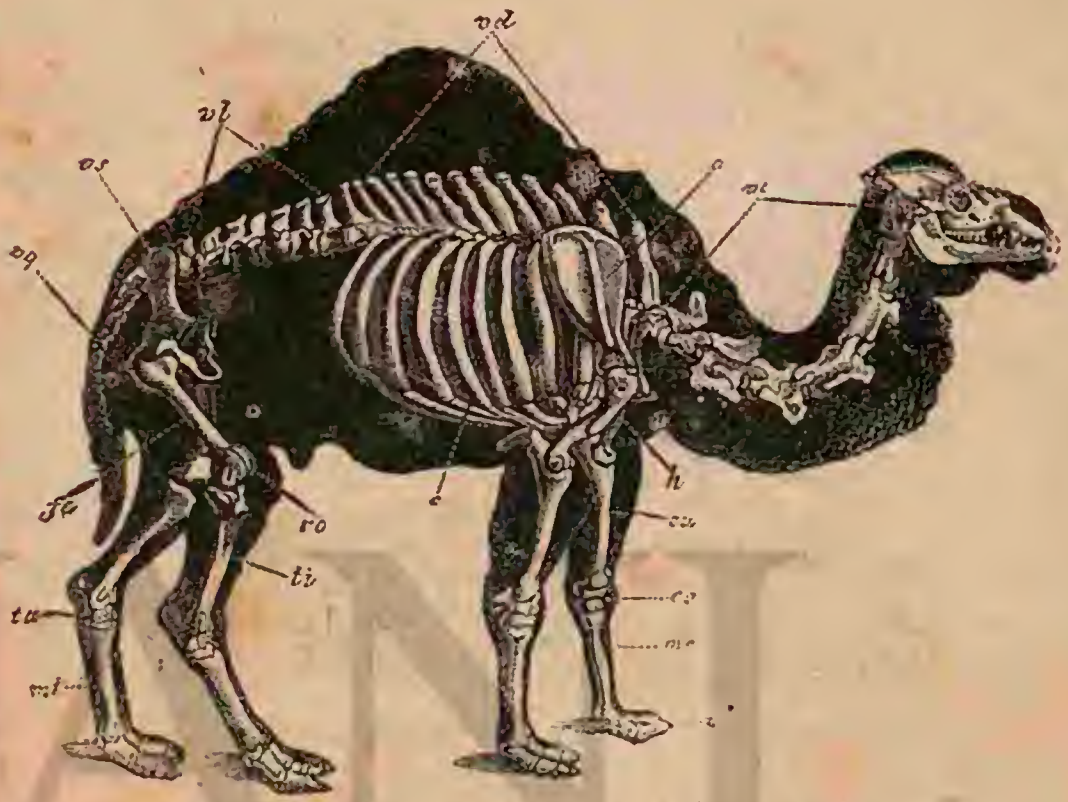


Fig. 219. — Esqueleto de dromedario (Véase página 222).

§ 392. **Conformación de la cabeza.** — La forma de la cabeza ósea varía mucho según tome la cara más ó menos extensión, ó que el cráneo se desarrolle más, no careciendo de interés el estudio de tales diferencias de proporciones; pues, como ya hémos visto, existe, por lo general, una relación bastante estrecha entre el grado de inteligencia de que se halla dotado un animal y las dimensiones relativas de la parte craniana de su cabeza (§ 342). Á medida que se aleja uno del hombre se ve disminuir el cráneo, las quijadas y las fosas nasales tomar más extensión, echarse las órbitas cada vez más hacia fuera, y volverse cada vez menos distintas las fosas temporales; finalmente, el agujero occipital por donde pasa la médula espinal, y los dos cóndilos con los cuales se articula la cabeza con la columna vertebral, en lugar de hallarse hacia el medio de la faz inferior del cráneo, van poco á poco acercándose hacia atrás y concluyen por ocupar la faz posterior del mismo, de modo que las quijadas, en lugar de formar ángulo recto con la columna vertebral se vuelven parale-

las al eje del cuerpo. Por lo demás, en todos se encuentran casi los mismos huesos; y el sistema de articulación de la quijada inferior es característico de la clase de los mamíferos: este hueso se liga directamente al cráneo por un par de cóndilos salientes, y la parte del temporal que lo recibe está confundida con el peñasco y entra en la composición de las paredes del cráneo; mientras que, en las aves, reptiles, batracios y peces, la quijada se une con el peñasco por un hueso intermediario.

§ 393. Diversos mamíferos presentan en la conformación de la cabeza una particularidad notable, que consiste en la existencia de *cuernos* más ó menos largos. Algunas veces no son estas prolongaciones sino dependencias de la piel y parece que se forman de pelos soldados juntos: así sucede con el cuerno que tiene el rinoceronte en la nariz; pero generalmente no ocurre de este modo, y una prolongación del hueso de la frente constituye el eje de dichos apéndices. Los mamíferos que tienen cuernos de centro óseo pertenecen todos al orden de los rumiantes, y presentan en la estructura de estas partes diferencias bastante considerables. Unas veces está cubierta por la piel de la frente la protuberancia ósea, que en este punto no difiere de la del resto de la cabeza y que nunca se destruye: la jirafa se halla en este caso. Otras veces la parte ósea de los cuernos cubierta al principio de piel afelpada se despoja de ella, y, después de permanecer descubierta cierto tiempo, cae también ella para dar lugar á un nuevo cuerno destinado á experimentar á su vez los mismos cambios: estos cuernos caducos no se encuentran sino en los animales del género Ciervo (fig. 221). En fin, otras veces crece el eje óseo du-

Fig. 220. — Cabeza de cabra.

Fig. 221. — Cabeza de alce.

rante toda la vida, no cae jamás, y está cubierto por una especie de vaina compuesta de una sustancia elástica llamada *cuerno*, que es análoga á la de las uñas, y que crece por capas. Dase el nombre de *cuernos huecos* á estos cuernos forrados de un estu-

che que parece formado de pelos aglutinados, y que se encuentran en las diversas especies de los géneros Buey, Carnero, Cabra (figura 220) y Antílope. Debe también observarse que en todos estos animales, excepto en los antílopes, el centro óseo de dichos cuernos está cruzado de grandes células que comunican con los senos frontales de la nariz, recibiendo de esta manera aire en su interior.

El sistema de formación y de renovación de las especies de cuernos de los cérvidos es muy sencillo y merece observarse. Á cierta edad se desarrolla de cada lado del hueso frontal una prolongación cuya formación puede compararse á la de los tubérculos conocidos en medicina con el nombre de *oxostosis*, ó á la del *callo* óseo que se forma al rededor de las extremidades de los huesos comunes en los casos de fractura y que determina su consolidación. Estas protuberancias, cuyo tejido es muy conpacto, crecen rápidamente y elevan la piel que las cubre. Ésta, en estado próximo á la inflamación, recibe gran cantidad de sangre por los numerosos vasos que circulan por la superficie del centro óseo; pero bien pronto se forma en la base de este prolongamiento un círculo de tubérculos que, al crecer, comprimen dichos vasos nutricios y los obliteran. Ahora bien, no recibiendo sangre la envoltura cutánea del cuerno, muere, se seca y cae. Queda entonces el centro descubierto y no tarda en experimentar la suerte de todo hueso despojado de las partes blandas que le rodean y expuesto al aire. Lo que sucede en muchos casos de heridas en el hombre, ocurre aquí á causa de los fenómenos que acabamos de describir: el hueso es atacado de *necrosis*, muere y concluye por desprenderse del cráneo y caer. El animal queda entonces sin armas, pero, poco tiempo después (ordinariamente veinte y cuatro horas), una delgada película cubre la herida formada por la caída del cuerno y no tarda en elevarse un nuevo prolongamiento óseo en el mismo sitio que ocupaba el anterior. Por lo general adquiere la nueva cornamenta dimensiones mayores que las que tenía la anterior. Ordinariamente es también más considerable el número de *candiles*; pero su duración no es más larga y pasa por las mismas fases que la primera.

Este curioso fenómeno ocurre por lo general en la primavera, y casi siempre se verifica cada año la renovación de la cornamenta. Por lo demás, parece que existe evidente relación entre la época en que se efectúa y la actividad periódica de las funciones de reproducción; pues en los ciervos, en los cuales el celo no es un estado de crisis violenta y limitada, persiste la cornamenta más de un año. En conclusión, sólo el macho tiene por lo general la cabeza provista de astas; una especie notable, el rengífero, cons-

tituye no obstante una excepción de esta regla, pues en ella tiene la hembra cuernos como el macho.

§ 394. Otra anomalía curiosa que se encuentra en la conformación de la cabeza de algunos mamíferos depende de un desarrollo excesivo de la nariz, que se prolonga constituyendo una

Fig. 222. — Elefante de la India.

trompa movible y prehensil. Tal es, en efecto, la naturaleza del órgano que da al elefante aspecto tan particular y tan grande habilidad. La trompa de este animal es un doble tubo que se continúa por la parte superior con las fosas nasales, y que está entapizado interiormente por una membrana fibro-tendinosa al rededor de la cual se fijan millares de musculillos entrelazados de

diversa manera y dispuestos de modo que dilatan, acortan y encorvan la trompa en todos sentidos : en su extremidad superior existe una válvula cartilaginosa y elástica que, á menos de ser levantada por la contracción voluntaria de los músculos citados, intercepta las comunicaciones entre las fosas nasales y el exterior; en fin, en su extremidad libre se encuentra un apéndice en forma de dedo, igualmente movible. Esta larga trompa sirve al animal para asir todo lo que quiere llevar á la boca, para coger la hierba y hojas con que se alimenta, y para aspirar á modo de bomba el agua que en seguida lanza en su garganta : sin ella, la conformación general de su cuerpo haría casi imposible la vida del elefante. En efecto, para que un animal pueda buscar cómodamente su alimento en el suelo, es necesario, cuando no tiene órganos especiales de prehensión, que la longitud del pescuezo sea proporcionada á la de las piernas, de manera que, bajando la cabeza, pueda, sin doblarlas, llegar al suelo con los labios. Si es alto de patas, necesita pues largo pescuezo; y esta disposición es á su vez incompatible con cabeza muy grande y pesada, cuyo peso sería tanto más difícil de sostener cuanto más largo fuera el pescuezo : por esto se observa que en todos los animales que tienen las patas largas y sirve la boca para la prehensión de los alimentos (la jirafa, por ejemplo), es largo el pescuezo y la cabeza pequeña; mientras que en los que tienen la cabeza grande y pesada ó destinada para ejecutar movimientos muy vigorosos, el pescuezo es más ó menos corto. Ahora bien, los elefantes son animales grandísimos, cuya cabeza está bastante lejos del suelo y tiene un volumen en relación con los enormes colmillos que lleva en la quijada superior; su peso es por consiguiente muy considerable, y el pescuezo que la sostiene muy corto : si careciesen de trompa, hubiera sido pues necesario dar al resto de su organización otras formas.

Los elefantes son los únicos mamíferos que se hallan provistos de semejante órgano de prehensión, pero existe algo análogo en ciertos animales de la misma clase, que están destinados á hozar la tierra para buscar en ella su alimento : así los tapires, animales bastante afines de los cerdos, tienen la nariz muy prolongada constituyendo una trompa pequeña susceptible de alargarse y de acortarse. Los desmanes, insectívoros pequeños, afines de las musarañas, presentan también conformación analoga.

§ 395. **Tronco.** — La columna vertebral no presenta sino modificaciones muy ligeras en la clase de los vertebrados, y en todos estos animales tiene los mismos caracteres que en el hombre (§ 271); haremos observar solamente que su longitud varía mucho, y que el número de vértebras que la componen está lejos de

esta clavícula furcular representan el hueso carocoídeo de las aves y de los lagartos (*co*); en fin, el omóplato mismo (*o*), en vez de terminar por la cavidad destinada á contener la cabeza del

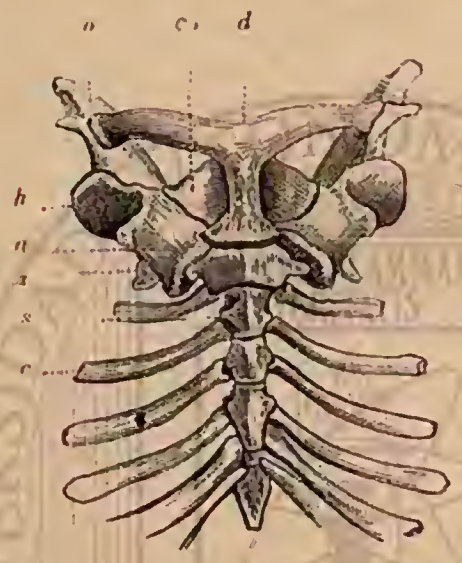


Fig. 224.

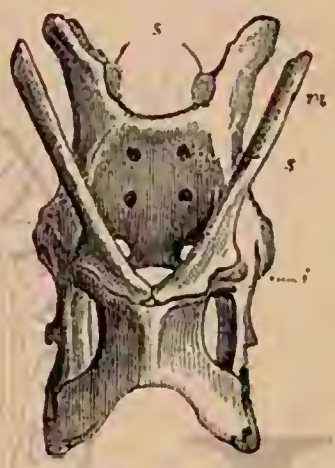


Fig. 225.

húmero, se prolonga y va á unirse directamente al esternón (*s*).

Las funciones de la porción basilar de los miembros abdominales varían menos que las del hombro: por esto el sistema de conformación de dicha parte es más constante. Excepto en los cetáceos, en los cuales sólo existen vestigios de la pelvis, los huesos de las ancas (*i*) se articulan siempre sin movilidad con el sacro (*s*), y se unen entre sí por sus extremidades inferiores constituyendo un círculo completo más ó menos ensanchado llamado *pelvis*. La forma y dimensiones de este anillo óseo varía mucho; y debe observase que, en igualdad de circunstancias, es más fácil la posición vertical sobre los miembros abdominales, cuanto más ancha sea la pelvis. Debe también observarse que en las zarigueñas y demás mursapiales, los músculos del abdomen, que forman la bolsa de estos animales, están sostenidos por dos huesos especiales que salen de la parte anterior de la pelvis, y que los anatómicos designan con el nombre de *huesos mursapiales* (fig. 225, *m*).

El brazo y el muslo no presentan, en todos los mamíferos, sino un hueso solo, el húmero ó el fémur. Los huesos del antebrazo y de la pierna son generalmente los mismos que en el hombre; pero, en los murciélagos, existe en los miembros anteriores, lo mismo que en los posteriores, una rótula distinta. De ordinario

son todos estos huesos tanto más cortos y más anchos, cuanta mayor sea la fuerza con que el animal tenga necesidad de mover los miembros, y, al contrario, son largos y delgados cuando la rapidez es el carácter esencial del movimiento que aquél tenga que

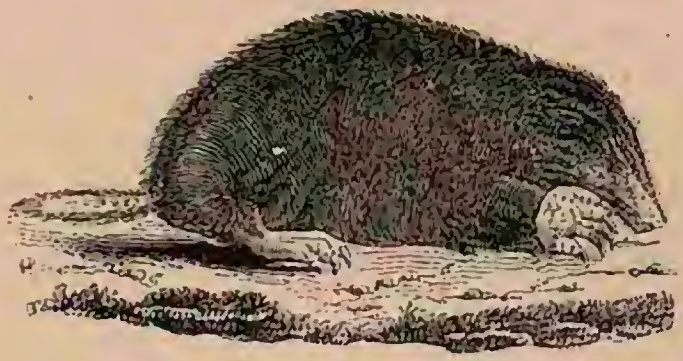


Fig. 226. — Topo (*Talpa*).

ejecutar. El topo (fig. 226), que se sirve de sus miembros anteriores para escarbar la tierra, y la gamuza ó el corzo, que admiran por la ligereza y extensión de sus saltos, pueden servir de ejemplos de estos dos géneros de modificaciones.

Fig. 227. — Húmero del topo.

Fig. 228. — Pata anterior.

Cuando la mano se convierte en órgano de locomoción y no de prehensión, el radio no puede girar sobre el cúbito y concluye por soldarse tanto á éste, que llega á no podérsele distinguir: lo mismo sucede con el peroné, que se confunde con la tibia en los cuadrúpedos de pesuña.

La conformación de la mano y del pie varía mucho en esta clase de animales según deban servir los miembros para la prehensión, la natación ó el vuelo. Ya hemos tratado de estas curiosas modificaciones y, por consiguiente, es innecesario hacerlo aquí de nuevo; sólo añadiremos que el número de dedos no pasa jamás de cinco, y disminuye tanto más, cuanto de manera más exclusiva sean dedicados á la marcha los cuatro miembros.

§ 398. **Órganos de los sentidos.** — El grado de flexibilidad de los dedos y la naturaleza de los movimientos influye en sus funciones, no sólo como órganos de locomoción y de prehensión, sino también como instrumentos del sentido del tacto. Cuando no pueden rodear los objetos para palparlos, no pudiendo la mano amoldarse de cierta manera á la forma de éstos, tiene necesariamente que ser muy imperfecto el tacto; y tiende á embotarse todavía más cuando la uña en vez de dejar descubierta la mayor parte de la extremidad del dedo, la envuelve por completo y toma la forma de pesuño ó casco. Luego, la perfección más ó menos grande de este sentido influye á su vez en el desenvolvimiento de la inteligencia, y puede decirse con razón que, en la inmensa mayoría de los casos, si no siempre, las facultades de los mamíferos son tanto más superiores, cuanto mejor conformados son sus miembros para asir y palpar.

§ 399. Los órganos de los demás sentidos presentan casi el mismo modo de organización que en el hombre, en todos los animales de esta clase. En los que son notables por su gran olfato (en los carnívoros más que en todos los otros; el perro, verbigracia), las fosas nasales y los senos frontales adquieren un crecimiento muy considerable, y las conchas que resaltan en el interior de la cavidad olfatoria se desarrollan mucho; disposiciones cuya utilidad es fácil de comprender, pues ambas tienden á dar á la membrana pituitaria, asiento de este sentido, superficie más extensa.

§ 400. Los ojos son, por lo general, mayores proporcionalmente en los mamíferos nocturnos que en los que buscan su alimento en pleno día; y en los primeros, la pupila, al contraerse por la influencia de la luz, en vez de conservar su forma circular, toma de ordinario la apariencia de una hendidura. En los que están condenados por su vida subterránea á oscuridad completa (verbigracia, los topos), son los ojos extremamente pequeños y en ocasiones no existen sino vestigios de ellos; en fin, en los mamíferos que viven en el agua, es el cristalino más esférico que en los que viven en el aire; y esta disposición es necesaria para aumentar el poder refringente del ojo, que, en igualdad de circunstancias, tiene necesidad de poder reunir los rayos de luz con tanta más fuerza cuanto más denso sea el medio en que se halle. Obsérvase también que, en muchos de estos animales, existe en el fondo del ojo, en la coroide, una mancha coloreada de una manera muy viva que se designa con el nombre de *tapiz*, pero cuyas funciones se ignoran. Muchos tienen además un tercer párpado muy desarrollado y dispuesto verticalmente al ángulo interno de los otros dos. En conclusión, la dirección de los ojos

varía mucho: en el hombre están dirigidos casi directamente hacia el frente; pero á medida que se desciende en la serie de los mamíferos, hacia aquellos de facultades menos desarrolladas, se observa que estos órganos se vuelven cada vez más laterales, hasta el punto que, en muchos, la esfera de la visión es por completo diferente para cada ojo y que el animal no puede ver directamente delante de él.

§ 401. El aparato auditivo presenta así mismo en algunos mamíferos modificaciones que parece que están en relación con las costumbres de estos animales. En los que viven en el agua ó bajo de tierra, la concha auditiva es por lo general muy pequeña ó hasta completamente rudimentaria; y, á medida que se desciende del hombre á los herbívoros, se ve á esta parte tomar cada vez más la forma de una trompetilla acústica, crecer y volverse cada vez más movible. Nótase también que, en los cuadrúpedos nocturnos, la membrana del tímpano ocupa por lo general más espacio y se encuentra más á flor de la cabeza que en los diurnos.

§ 402. **Sistema nervioso.** — En cuanto al sistema nervioso, no difiere en los mamíferos comunes sino por el desarrollo más ó menos considerable de algunas de sus partes. En todos estos animales la masa nerviosa encefálica es muy considerable, sea en proporción con el volumen del cuerpo, sea en relación con el grueso de los nervios; pero todos los órganos que la componen no contribuyen con igualdad á su desarrollo: así los hemisferios cerebrales son muy voluminosos, mientras que los tubérculos ópticos son demasiado pequeños ó casi rudimentarios; y más adelante veremos que, en las aves, reptiles y peces sucede lo contrario. El cerebelo es igualmente bastante voluminoso en la mayor parte de los mamíferos; compónese siempre de un lóbulo medio (*proceso vermicular superior*), de dos hemisferios que parecen formados por muchas láminas á causa de los surcos transversales que presentan, y de una comisura que rodea la médula espinal por debajo y que se llama *protuberencia anular*. Por lo demás, el desarrollo de estas partes varía mucho en los mamíferos, no solamente respecto á su volumen, sino también al de los surcos ó circunvoluciones y *anfractuosidades* de su superficie. Á medida que se pasa del hombre á los monos, de éstos á los carnívoros y de los carnívoros á los roedores se ve por lo general volverse el cerebro cada vez más pequeño y cada vez más liso. Ordinariamente la cara se desarrolla en sentido contrario del encéfalo y del cráneo; de modo que hasta cierto punto se puede juzgar de la conformación de éste por aquélla, y apreciar de una manera aproximada, por la comparación de estas dos partes de la cabeza, la extensión de las facultades intelectuales y morales (§ 342).

Debe también observarse que en los mamíferos del orden de los marsupiales y en los monotremos, presenta el cerebro otro género de imperfección que resulta de la falta ó del estado rudimentario del *mesolobo ó cuerpo calloso*, que, en todos los demás animales de la misma clase, unen entre sí los dos hemisferios cerebrales.

§ 403. **Funciones de nutrición.** — Las funciones de nutrición se ejecutan en todos los mamíferos poco más ó menos como en el hombre; por esto la estructura de los órganos que están destinados á su ejercicio varía muy poco en los numerosos animales de dicha clase. El aparato digestivo es el que presenta diferencias más importantes.

Casi todos los mamíferos tienen dientes destinados á triturar sus alimentos; pero como ya hemos visto (§ 53), el número y forma de estos órganos varía con el régimen del animal. Algunas veces se hallan reemplazados por láminas córneas que, en las ballenas, constituyen lo que se llama *barbas de ballena* (fig. 27 y 29); y otras también, se prolonga el hocico formando una especie de pico córneo muy ancho, aplanado y provisto lateralmente de laminillas transversales que presentan mucho parecido con el pico de un pato, lo que ha valido á los animales en los cuales existe el nombre de *ornitorincos*.

§ 404. La conformación del estómago varía mucho en la clase de los mamíferos, resultando algunas veces de estas diferencias

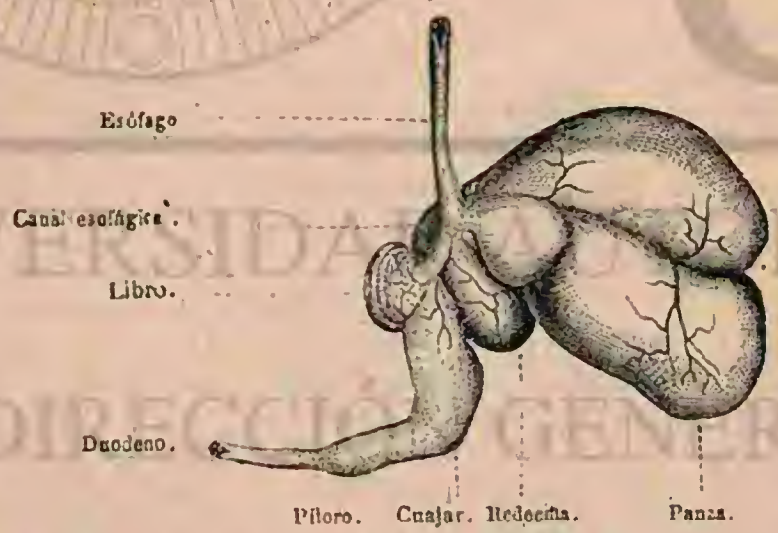


Fig. 229. — Exterior de los estomagos del carnero.

particularidades fisiológicas de altísima importancia. Por lo general, este órgano es simple, como en el hombre (fig. 42, p. 51) y en el mono (fig. 11); pero en ocasiones se compone de una

serie de bolsas distintas, y, en este caso, sucede ordinariamente que los alimentos, después de haber permanecido cierto tiempo en la primera cavidad estomacal, vuelven á la boca, para sufrir masticación más completa antes de pasar á las partes siguientes del tubo digestivo: fenómeno que se designa con el nombre de *rumia*.

Cuatro son los estómagos de los animales que rumian (el carnero y el buey, por ejemplo). El primero, que es el más vasto de todos, se llama *panza ó herbario* (fig. 229). Su superficie interna se halla cubierta de papilas y entapizada con una capa epidérmica (fig. 230); ocupa una gran parte del abdomen, particularmente del lado izquierdo. El segundo estómago, llamado *redecilla ó reticulo*, es pequeño y se encuentra á la derecha del esófago por delante de la panza, del cual parece un apéndice á primera vista. En su interior forma la membrana mucosa que lo cubre una multitud de pliegues dispuestos á modo de mallas ó de celdillas poligonales, semejantes á las de los panales de abejas (fig. 230).

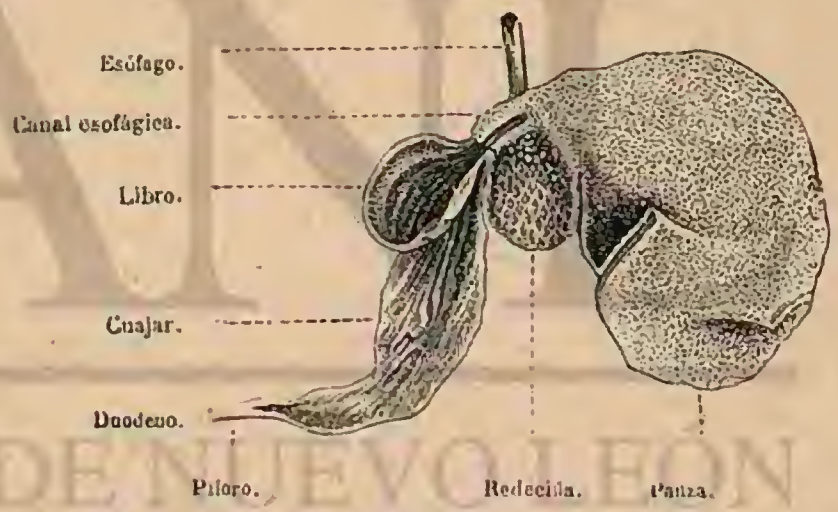


Fig. 230. — Interior de los estómagos del carnero.

El tercer estómago, que es algo mayor que la redecilla, está situado á la derecha de la panza y ha recibido el nombre de *libro*, á causa de los grandes repliegues longitudinales que tiene en su interior y que se parecen á las hojas de un libro. En fin, el cuarto estómago, que por su volumen es intermediario entre la panza y el libro, se encuentra á la derecha de esta última cavidad. Su superficie interna, irregularmente plegada, se halla siempre humedecida por un líquido ácido, que es el jugo gástrico; y á causa de la propiedad de hacer cuajar la leche que posee este humor, se ha dado al órgano que le contiene el nombre de

cuajar. Los tres primeros estómagos comunican directamente con el esófago. Este conducto se abre primero casi igualmente en la panza y en la redecilla y continúa luego en forma de canal (fig. 230) que pasa por la parte superior de la redecilla y concluye en el libro, el cual, á su vez, comunica con el cuajar.

En la panza se acumulan los alimentos imperfectamente triturados por una primera masticación, y después de haber vuelto á la boca y mascados una segunda vez, ó mejor dicho, *rumiados*, penetran en el libro, y de allí pasan al cuarto estómago, sitio de la verdadera digestión.

Á primera vista causa extrañeza ver que los alimentos penetran unas veces en la panza y otras en el libro, según que la deglución se haga por primera vez ó que dichas sustancias hayan sido rumiadas, y se vé uno inclinado á atribuir este fenómeno á una especie de tacto casi inteligente del cual se hallasen dotadas las aberturas de las diversas cavidades citadas; pero los experimentos de Flourens demuestran que este curioso fenómeno es consecuencia necesaria de la disposición anatómica de dichas partes y dan de ello una explicación tan sencilla como satisfactoria.

Cuando el animal traga alimentos gruesos y de cierto volumen, como los que habitualmente le sirven de alimento, estas sustancias, llegadas al punto en que el esófago toma la forma de una canal (fig. 230), separan mecánicamente los bordes de ésta, transformada de ordinario en un tubo por la contracción de sus paredes, y caen en los dos primeros estómagos que se hallan debajo; pero cuando el animal traga bebidas ó alimentos ligeros ó semi-fluidos, su presencia en la canal no determina la separación de los bordes. Esta parte terminal del esófago conserva por consiguiente la forma de tubo, y conduce los alimentos por completo ó en su mayor parte al libro, donde concluye. Es, por lo tanto, el estado de abertura ó de oclusión de esta parte del esófago lo que determina la entrada de los alimentos en los dos primeros estómagos ó su paso á la tercera cavidad digestiva; y el alimento mismo es el que provoca este estado, según sea ó no bastante voluminoso para dilatar el esófago, naturalmente contraído, ó para correr por el caño siempre abierto por el cual conduce este conducto hasta el libro. Ahora bien, los alimentos están imperfectamente triturados en la primera deglución y consisten en fragmentos groseros y bastante voluminosos; mientras que, después de rumiados, se transforman en una pasta blanda ó semifluida: esta circunstancia basta por consiguiente para determinar su caída en la panza unas veces, y otras en el libro. En cuanto á la especie de regurgitación regular, que hace que los alimentos

contenidos en la panza y la redecilla vuelvan á la boca para ser rumiados, atribúyese generalmente á la acción de la misma redecilla, que, según dicen, coge una porción de la masa alimenticia, la comprime formando una suerte de pelota y la empuja por el esófago, concluyendo el fenómeno las contracciones vermiculares de éste de abajo arriba. Pero, según los nuevos experimentos del fisiólogo que acabamos de citar, parece que la panza y la redecilla, al contraerse, empujan la masa alimenticia que contienen entre los bordes de la canal esofágica, la cual, contrayéndose á su vez, ejerce sobre ella una suerte de succión, tomando una parte, que desprende, y forma con ella una pelota destinada á subir por el esófago.

Hemos ya dicho que la panza es muy grande; pero siempre no presenta las mismas dimensiones, y los cambios que en ella se observan demuestran cuánto pueden ser modificados los órganos de los animales por las circunstancias en que se hallen. En efecto, mientras los rumiantes maman y se mantienen sólo con leche, la panza es más pequeña que el cuajar, y no toma su enorme volumen sino á medida que recibe en su interior hierba, sustancia poco nutritiva y de que por consiguiente se ve obligado el animal á comer cantidad considerable.

§ 405. El intestino, como ya hemos expuesto, presenta grandísimas diferencias de longitud y grueso según sean del reino animal ó del vegetal los alimentos que han de penetrar en él: así, en muchos carnívoros, su longitud no pasa de tres ó cuatro veces la del cuerpo, mientras que, en los herbívoros, es ordinariamente de diez á doce veces, y en ocasiones de cerca de veinte y ocho veces este tamaño (en el carnero, por ejemplo). Por lo general, termina directamente al exterior; algunas veces, no obstante, se dirige á una cavidad llamada *cloaca*, donde desembocan también los conductos urinarios: esta disposición se encuentra en los ornitorincos, por ejemplo, y se observa también en la clase de las aves. En conclusión, las glándulas salivares, el hígado, el páncreas, el peritoneo y los demás anexos del tubo digestivo se parecen casi siempre á los que hemos visto en el hombre.

§ 406. Lo mismo sucede con el aparato de la circulación y con el de la respiración. El corazón presenta siempre cuatro cavidades bien distintas, á saber: dos aurículas y dos ventrículos (§ 92, fig. 51 y 52); los pulmones contienen siempre también inmensa cantidad de celdillas y no dejan pasar el aire de su interior á las diferentes partes del cuerpo, como se ve en las aves.

Debe también observarse que, en esta clase de animales, es

siempre riquísima la sangre en materias organizadas y que casi siempre son sus glóbulos de forma circular (pág. 64, fig. 47).

§ 407. De todos los animales, los mamíferos son los que más se aproximan al hombre desde el punto de vista intelectual. Pero, á este respecto, presentan entre sí diferencias grandísimas; ya hemos tenido ocasión de estudiarlas (§ 337), y, si el espacio no nos faltase, fácil había de sernos multiplicar la prueba de tal desigualdad. El estudio de las costumbres de los mamíferos nos suministraría igualmente curiosos ejemplos de los diversos géneros de instintos dados por la naturaleza á estos seres para suplir la falta de facultades más elevadas; mas el estudio de dichos instintos nos ha ocupado ya y podemos por consiguiente dispensarnos de volver á tratar de él.

La clase de los mamíferos es también, de todas las divisiones del reino animal, la que más nos interesa á causa de los servicios que presta al hombre mismo. En efecto, á ella pertenecen casi todos nuestros animales domésticos: el perro, el caballo, el carnero y el buey, por ejemplo, y sabido es cuán útil nos ha sido su posesión. Nuestra dominación sobre estos seres ha llegado á ser tan absoluta, que la especie primitiva, que vivía en estado salvaje, ha desaparecido casi por completo de la superficie de la tierra, y, por la domesticidad, hemos conseguido ejercer considerable influencia hasta en las formas físicas y en las cualidades morales de los individuos que nacen de las razas de este modo subyugadas. Las diferencias que caracterizan las diversas variedades de nuestros perros domésticos, verbigracia, son inmensas, y sin embargo se admite generalmente que nuestra influencia es la que las ha determinado, y que dichas variedades proceden de un tronco común, que no debió ser ni el lobo ni el chacal, sino un perro poco diferente de nuestro perro-lobo ó de nuestro mastín.

Pero ¿por qué poder podemos subyugar de este modo ciertos animales, y cómo, por la domesticidad, llegamos á modificar sus formas y cualidades?

El instinto de tales seres les induce á huir de todo lo que les inspire desconfianza: no es pues por la violencia por lo que podremos disponer un animal salvaje á que nos obedezca. No sería naturalmente inclinado á acercarse á nosotros, que no pertenecemos á su especie, y, á la primera sensación de temor que le hiciéramos experimentar huiría de nosotros si se hallase libre, ó nos tomaría aversión estando sujeto. Sólo inspirándole confianza podemos atraerlo y hacerlo familiar, y esta confianza no puede hacerse nacer en él sino con los beneficios.

Satisfacer las necesidades naturales de los animales es uno de

los principales medios que deben emplearse para conseguir su sumisión. La costumbre de recibir su alimento de nuestra mano, á la vez que los familiariza con nosotros, hace que nos cobre afecto; y, como la extensión de un beneficio se halla siempre en relación con la necesidad que se experimenta, su reconocimiento es tanto más vivo y profundo cuanto más necesaria se le haga la comida que le damos: por esto es el hambre palanca poderosa en nuestras manos para doblegar á la cautividad todos los animales, porque, á la vez que hace nacer sentimientos afectuosos, produce un desfallecimiento físico que, reaccionando sobre la voluntad, la debilita á su vez. Si á la influencia del hambre se une la de una alimentación escogida, y sobre todo si, con alimentos que la naturaleza no le suministra, se consigue deleitar el gusto de los animales, se excita en ellos un reconocimiento mucho mayor aún, y se desarrollan artificialmente nuevas necesidades que el hombre solo puede satisfacer[1]; en fin, á estos medios de captación, pueden unirse también las caricias, cuya influencia es grandísima en ciertos animales.

Una vez que, por la costumbre y el buen trato, la familiaridad se establece y se ha obtenido la confianza, puede el hombre hacer sentir su autoridad y aplicar castigos, á fin de transformar los afectos cuya manifestación quiere reprimir en el del temor. Por la asociación de ideas que resulta de esta práctica, se debilita poco á poco el afecto, y algunas veces concluye por desaparecer hasta su germen; pero jamás debe ser ilimitado el empleo de la fuerza, pues los castigos excesivos sublevan á menudo el espíritu, y otras veces turba las facultades el exagerado temor. La vigilia forzosa es también un poderoso medio para debilitar la voluntad de un animal y disponerlo á la obediencia; pues no sabe encontrar la causa verdadera del malestar que experimenta, y, en este estado, los sentimientos afectuosos ocasionados por los beneficios recibidos presentan menos resistencia, y se arraigan más profundamente, mientras que, por otra parte, el temor obra con mayor prontitud y fuerza.

Como se ve, por las necesidades en las cuales podemos ejercer alguna influencia, y reprimiendo la manifestación de ciertos sentimientos por el desarrollo de algunos otros, es como llegamos á domesticar los animales. Pero todos los mamíferos no son igualmente sensibles á los beneficios, y por consiguiente no se dejan subyugar con la misma facilidad ni de manera tan com-

---

[1] Con azúcar y otras golosinas se consigue principalmente enseñar á los caballos, ciervos, etc., los extraordinarios ejercicios que vemos con frecuencia en los circos.

pleta: con frecuencia son demasiado violentas sus pasiones para que el animal pueda conseguir dominarlas y volverse dócil con su amo; á menudo también es tan grande su desconfianza natural y la movilidad de sus ideas tan excesiva, que es imposible imponerles ninguna regla de conducta; y otras veces aun parece demasiado limitada la inteligencia de estos seres para que persista el recuerdo del bienestar después que ha cesado su causa y para que asocien en su memoria el beneficio y el bienhechor.

Con estos medios se consigue domar más ó menos completamente grandísimo número de animales; pero de este estado de servidumbre individual á la docilidad completa y hereditaria que exige la domesticidad, queda aún enorme distancia. Para obtener este último resultado, es necesario que los animales se hallen de cierto modo predispuestos á la domesticidad por el instinto de la sociabilidad.

En efecto, el instinto que les induce á vivir en manadas y hasta á dejarse guiar por un jefe, el más fuerte y experimentado de la manada, ejerce la mayor influencia en su aptitud para la domesticidad.

Ningún mamífero solitario, por fácil que sea de amansar, ha llegado á ser completamente doméstico[1]; mientras que casi todos los animales de razas sometidas al imperio del hombre, viven en estado natural en manadas más ó menos numerosas. La sociabilidad es una condición de la domesticidad completa, y desarrollándola en nuestro favor, dirigiendo hacia nosotros con beneficios la tendencia que inclina estos animales á reunirse entre sí, es como el hombre ha conseguido ligar su existencia á la de él, y ejercer en ellos la autoridad que habría tenido el jefe de la manada de que ellos formarían parte, si hubieran vivido en estado natural.

Como tan bien lo demostró el hábil zoólogo Federico Cuvier, la disposición para la domesticidad puede ser considerada como el desenvolvimiento extremo de la sociabilidad, y la domesticidad misma como un estado en el cual los animales sociables reconocen el hombre como miembro y como jefe de su manada.

§ 408. Ahora comprendemos cómo puede el hombre someter á su imperio razas enteras de animales. Veamos cómo puede en

---

[1] Á primera vista parece que el gato es una excepción de esta regla; pero en realidad este animal no se halla sometido al imperio del hombre: vive en nuestras casas, porque en ellas puede satisfacer mejor que fuera sus necesidades; pero no nos obedece ni es susceptible de educación.

seguida influir en las formas y cualidades que traen al nacer, y crear á su voluntad por decirlo así, nuevas variedades.

Ley fisiológica generalmente reconocida es la tendencia que tienen los animales á parecerse á sus padres no sólo de una manera general, sino también por las particularidades que pueden distinguir á estos últimos. En la especie humana, verbigracia, las influencias hereditarias se manifiestan en un sinnúmero de circunstancias: conformación, facultades, caracteres, hasta enfermedades, se legan de generación en generación; y en los animales, en los cuales menos circunstancias extrañas vienen á obrar sobre los individuos y á ocasionar perturbaciones en esta repetición de las mismas formas y de las mismas cualidades, la tendencia de los pequeñuelos á parecerse á los autores de sus días es aún más evidente. Ahora bien, todos los individuos de una misma especie no poseen en el mismo grado las cualidades físicas, morales é intelectuales de que se halla dotado cada uno de ellos, y, por el ejercicio ó por la influencia de condiciones físicas, podemos, ejercitándolas, desarrollar una ú otra facultad, y aumentar por consiguiente dichas diferencias. De esto se deduce que el hombre puede, hasta ciertos límites, modificar á voluntad las razas; pues es dueño de elegir y hasta de producir diferencias individuales transmisibles por herencia, y de regular la sucesión de las generaciones, separando todo lo que tienda á alejar la raza del tipo que quiere producir; puede también obrar sobre las cualidades hereditarias de los pequeñuelos como lo ha hecho sobre las de sus progenitores. De lo que resulta que á cada nueva generación da un paso más hacia el objeto propuesto; porque obra sobre individuos ya modificados á causa de modificaciones impresas á sus antecesores[1].

Proponiéndonos desarrollar, de generación en generación, tal

[1] Los sabuesos que los españoles llevaron á América y que no se empleaban sino en la caza del ciervo ó del hombre presentan notable prueba de la influencia de la educación individual en las cualidades hereditarias. En diversas regiones de América, en la meseta de Santa Fe, por ejemplo, han conservado estos perros las costumbres y disposiciones instintivas que antiguamente los hacían tan celebrados; pero entre los pobres moradores de los bordes del Magdalena se han bastardeado, en parte por la cruza y en parte por la insuficiencia de alimento, y en esta raza degenerada parece que ha llegado á ser hereditario un nuevo instinto. La caza en que desde hace mucho tiemse emplean casi exclusivamente estos animales es la del pecarí. La habilidad del perro consiste en moderar su ardor, en no dirigirse á ningún animal especialmente, sino mantener toda la manada rodeada; ahora bien, en estos perros se observa que desde la primera vez que se les lleva al monte saben la manera como han de atacar, mientras que un perro de otra especie se lanza en seguida, lo envuelvan los pecarís y cualquiera sea su fuerza le devoran en un instante.

cualidad ó tal particularidad física, podemos pues conseguirlo en grado mucho mayor que lo que hubiera sido posible al principio, y podemos crear razas artificiales, cuyos caracteres no desaparecerán sino cuando circunstancias opuestas á las que han determinado dichas particularidades vengan á destruir el efecto de ellas.

De este modo procedemos cuando un interés poderoso da perseverancia á nuestros esfuerzos, y así se han producido en la actualidad razas de carneros, de bueyes y de caballos caracterizadas por particularidades importantísimas. Así, habíase observado que los carneros que presentaban ciertas particularidades de conformación engordaban con mucha más facilidad que otros, y uno de los hombres que más servicios ha prestado á la agricultura inglesa, Bakewell, teniendo cuidado de escoger carneros que presentasen bien desarrollados dichos caracteres exteriores, consiguió crear una raza muy apreciada á este respecto. El peso de los cuatro cuartos del cuerpo de los grandes carneros de raza wurtemberguesa, que se crían en algunas de nuestras provincias como los más propios para suministrar carne de matadero, es de 52 á 55 por 100 del peso total del animal; mientras que, en los carneros ingleses de la raza de *Dishley* ó de *New-Leicester*, se eleva esta proporción al 70 y hasta al 75 por 100. Nuestros agricultores saben también cuánto se aumenta la finura de la lana con cuidados análogos, y cuánto á este respecto han sido mejorados nuestros rebaños de carneros indígenas por su cruza con los merinos de España [1].

En fin, las diversas razas de caballos que igualmente nos interesan en tan alto grado, son también una prueba de la influencia del hombre en los animales que viven bajo su dominación. Los caballos que se crían en nuestros establecimientos agrícolas deben en parte su alzada, formas y cualidades á la raza de que descienden; pero las circunstancias en que se hallan durante la primera edad ejercen en ellos á la larga no menor influencia. Nótase que, en general, el potro se parece más á la madre que al padre en la alzada y volumen; mientras que, por la forma de la cabeza, cabos, brío, ligereza, etc., se parece más á este último. Por lo demás, los defectos, como las cualidades, se transmiten de generación en generación; y para mantener una raza en su pureza ó para mejorarla, es preciso tener cuidado de separar todos los individuos que no posean las cualidades que se

[1] En 1776 fué cuando el intendente de hacienda Daniel Trudaine intentó la introducción de los merinos en Francia, y á Daubentón, el célebre colaborador de Buffón, se debe principalmente el éxito de esta tentativa.

desean obtener. Para hacer desaparecer una falta, se cruzan durante algunas generaciones individuos de la raza defectuosa con otros que tengan disposición opuesta; y apareando con perseverancia los caballos que posean tal ó cual perfección, se crea una raza en la cual se hace hereditaria y general dicha perfección. En parte á cuidados de esta naturaleza deben los caballos árabes su tan bien merecida celebridad. Los árabes dan tal importancia á la pureza de la raza de sus caballos nobles, llamados *kochlani*, que la filiación de ellos se halla siempre comprobada por documientos legales: hacen llegar á cerca de dos mil años la genealogía conocida de muchos de estos hermosos animales, y de ellos los hay cuya línea genealógica puede demostrarse con pruebas escritas durante una serie de cuatro siglos. Por otra parte, la influencia del cruzamiento de las razas se halla igualmente bien demostrada por los caballos de carrera ingleses; pues á la cruza de las yeguas indígenas con los caballos padres traídos de Oriente se debe la creación de esta raza tan notable por lo enjuto de sus formas y admirable rapidez. La abundancia más ó menos grande del alimento y la calidad de éste, sequedad ó humedad del país, los cuidados diarios y hasta un sinnúmero de circunstancias de poca importancia aparentemente, ejercen también poderosa influencia en la alzada, formas y cualidades de los caballos. Para dar una prueba de esto, podríamos citar la rapidez con que degeneneran los más hermosos caballos ingleses en ciertas localidades, tales como en las yeguadas de Kopschan, á orillas del Moravo; pero sin ir tan lejos, encontraremos ejemplos aun más marcados del poder modificador de las circunstancias exteriores. Si de dos potros nacidos de la misma raza, en la Lorena, por ejemplo, se lleva uno á Flandes y el otro á las dehesas de Normandía, en lugar de conservar los mismos caracteres, serán á la edad de cinco años casi tan diferentes uno de otro como si procediesen de dos razas distintas: uno se volverá caballo de tiro de carruaje ligero y elegante; el otro, un animal enorme, casi incapaz de marchar al trote, sino constituído para arrastrar lentamente las cargas más pesadas. En donde la alimentación es abundante y no falta en ninguna estación por la previsión del hombre, los caballos son ordinariamente grandes y de buena estampa; mientras que en las comarcas donde es poco abundante, aun durante una parte del año solamente, dichos animales no adquieren sino un tamaño pequeño ó mediano. Los fisiólogos han comprobado algo semejante estudiando las leyes del crecimiento del hombre; y, para convencernos de la verdad de esta observación con relación á los caballos, basta comparar los que en una misma región pertenecen á labradores pobres con los de ricos

propietarios. El pastoreo en las praderas pingües y húmedas, que son las que más convienen para el engorde del ganado, tiende á dar á los caballos formas pesadas y obesas, á darles piel guesa y pelaje áspero y á disminuir la vivacidad de su carácter. El alimento producido por las praderas secas no ocasiona nada parecido; y, cuando se hace aun más sustancioso añadiéndole cereales en gran proporción, se vuelve en alto grado propio para conservar y hasta producir la elegancia de las formas y la energía muscular característica de una raza noble. Cuando una temperatura algo baja une su influencia á la de la humedad y de alimento abundante y acuoso, los caballos adquieren la mayor alzada, pero á la vez se vuelven menos enérgicos y más linfáticos. En los países muy cálidos ó muy fríos, al contrario, el crecimiento se detiene más pronto, y las grandes razas no tardan en perder su elevada alzada. En conclusión, los cuidados diarios que se prodigan á ciertos caballos, y de que otros carecen completamente, influyen también en la belleza de estos animales: así es que el almohazamiento frecuente, el uso de mantas, la precaución de lavar y secar las extremidades y hasta de cubrírselas con tiras de franela, son circunstancias que no dejan de contribuir poderosamente á dar á los caballos ingleses la limpieza que se nota en la parte inferior de sus cabos, y á dar á la piel y al pelo tan grande suavidad.

De este modo, modificando las circunstancias en las cuales se halla un animal, se imprime á su organización ciertas modificaciones, y no empleando en la propagación de la raza sino individuos así modificados, consigue el hombre dar á toda esta raza un carácter particular y cualidades que al principio no tenía. Tal vez de la misma manera ha obtenido muchas de las razas variadas de perros, cuyas formas son tan múltiples, que observados ligeramente se cree con dificultad que pertenecen á una misma y única especie. Pero por lo demás, este poder modificador tiene siempre límites bastante estrechos, y no borra jamás el sello distintivo de la especie zoólogica.

§ 409. **Clasificación de los mamíferos.** — Existen, como hemos visto, diferencias considerables entre los mamíferos, y dichas modificaciones de estructura sirven de base para la división de esta clase en grupos de un rango inferior llamados *órdenes*. La mayor parte de estos grupos se hallan tan claramente separados de todo lo que les rodea, que no se pueden tener dudas sobre sus límites, y que todos los zoólogos están de acuerdo en admitirlos como formando otras tantas divisiones naturales; pero en otros, se modifica tanto el tipo principal, que presenta un paso casi insensible de unos á otros, y que la línea de demar-

cación es muy difícil de establecer. Un mamífero, verbigracia, tiene tanta analogía con el tipo que representa el orden de los cuadrumanos como con el de los desdentados, y con tanta razón se puede incluir en una como en la otra de estas divisiones. Las diferencias que se encuentran además en estas series de animales más ó menos desemejantes han parecido á algunos naturalistas más importantes que á otros, y los han inducido á repartir dichos seres en un número mayor de órdenes : por eso no adoptan todos los autores las mismas bases para la clasificación de los mamíferos, y no se hallan de acuerdo en el modo más natural de distribuirlos.

El método que nosotros seguimos en este curso descansa principalmente en la diferencia que los mamíferos presentan en su modo de desarrollo y en la conformación de sus miembros y de su aparato de manducación, partes cuyas modificaciones traen siempre consigo sinnúmero de otras diferencias en la estructura de diversas partes del cuerpo, en las costumbres y hasta en la inteligencia.

§ 410. La consideración del conjunto de estos caracteres nos lleva á dividir primero la clase de los mamíferos en dos grupos (sub-clases) designados con los nombres de *monodelfos* y de *didelfos*.

Los MAMÍFEROS MONODELFOS son los más numerosos y se distinguen principalmente por su modo de desarrollo : no nacen sino cuando se hallan provistos de todos sus órganos, y, antes de nacer, sacan su alimento de un cuerpo cruzado de vasos sanguíneos que los envuelve y que se llama *placenta*. Debe también observarse que su cerebro es más perfecto que en los didelfos, estando sus dos hemisferios ligados entre sí por una ancha comisura llamada *mesolobo* ó *cuerpo calloso* (§ 186). En fin, las paredes del abdomen no están nunca sostenidas por ramas óseas fijadas en el borde de la pelvis, como veremos en la segunda gran división de esta clase. Los mamíferos organizados de esta suerte difieren mucho por la conformación general de su cuerpo, y se dividen por esta razón en dos grupos secundarios : los *mamíferos ordinarios* y los *mamíferos pisciformes*.

§ 411. Los *mamíferos ordinarios* están conformados para vivir más ó menos completamente en tierra, y se hallan provistos de cuatro miembros ; la piel está cubierta de pelos, y jamás termina el cuerpo en una aleta parecida á la de los peces. Estos animales se dividen á su vez en grupos secundarios cuyo estudio no entra en el programa de enseñanza de los liceos, muchos de estos grupos se subdividen en secciones de menor importancia zoológica llamadas órdenes.

De esta suerte una primera división designada con el nombre de *falange de los Unguiculados* comprende todos los mamíferos cuyos dedos se hallan provistos de uñas ó de garras, y que tienen dientes incisivos de muda. Compónese de tres grupos principales, á saber: 1.° la *cohorte de los Primates*, caracterizada por la existencia de manos, que comprende el *orden de los Bimanos*, lo mismo que el *orden de los Cuadrumanos*; 2.° la *cohorte de los Plebeyates*, que comprende los mamíferos unguiculados cuyos miembros anteriores no terminan en manos y que carecen de circonvuluciones en el cerebro, se subdivide en tres órdenes: los *quirópteros*, los *insectívoros* y los *roedores*; 3.° la *legión de los Megalantoídeos*, que comprende los unguiculados que carecen de manos y que tienen circonvoluciones numerosas en el cerebro. En ésta se incluyen los *Carnívoros* y los *Anfibios*.

Otra gran división de los mamíferos ordinarios, la *falange de los Ungulados*, comprende los cuadrúpedos que tienen en los dedos cascos ó pesuñas bien constituídas. Divídeseles comunmente en dos órdenes: la *Paquidermos* y los *Rumiantes*.

Una tercera división natural que no comprende sino un corto número de animales, pero que presentan particularidades orgánicas no menos importantes que las que acabamos de citar, se halla constituída por los cuadrúpedos de pesuños pequeños y de trompa. Forma un orden solo: el de los *Proboscídeos*, cuyo representante único vivo es el elefante.

El cuarto grupo, formado solamente por los Damanos (*hyrax*) animales subungulados cuyo feto se halla provisto de una gran alantoide y de una gran placenta zonaria, no tiene bastante importancia para que nos detengamos en él.

Finalmente, la quinta división de los mamíferos ordinarios se compone del orden de los *Desdentados*, y se caracteriza por la existencia de garras en los dedos y falta de dientes en la parte anterior de la boca.

La sub-clase de los *Mamíferos pisciformes*, caracterizada por la falta de miembros abdominales, se compone de dos órdenes, el de los *Cetáceos propiamente dichos* y el de los *Sirenios* llamados algunas veces *Cetáceos herbívoros*.

§ 412. El ORDEN DE LOS BIMANOS se caracteriza principalmente por la apropiación de los miembros abdominales y torácicos á usos esencialmente distintos. Los miembros abdominales están destinados, como de ordinario, á sostener y mover el cuerpo; mientras que los miembros torácicos no sirven para la locomoción y obran como instrumentos de prehensión y de tacto: por esto no solamente son los dedos qué los terminan largos,

flexibles y provistos de una uña aplanada en la extremidad, sino que aun uno de estos apéndices, el pulgar, se halla dispuesto de modo que pueda oponerse á los demás dedos constituyendo con ellos una especie de pinzas sensibles, disposición que no existe en los miembros abdominales. La existencia de manos en los miembros torácicos solamente bastaría para distinguir los bimanos de todos los demás mamíferos ordinarios; pero este carácter coincide con otras muchas particularidades de estructura cuya importancia fisiológica es igualmente muy grande: el cuerpo está organizado para moverse en posición vertical; el aparato masticador se compone de tres clases de dientes (§ 52, fig. 30), indicando por su conformación que estos seres son frugívoros; en fin, el cerebro es más desarrollado y perfecto que en cualquier otro animal.

Este modo de organización no se encuentra sino en un solo mamífero: el HOMBRE. El orden de los Bimanos no se compone, por consiguiente, sino de una sola especie, que por lo demás se distingue de los demás animales por sus facultades intelectuales aun más que por los caracteres anatómicos de que acabamos de hablar.

Fig. 231. — Raza caucásica.

Aunque todos los hombres se parecen unos á otros por los caracteres esenciales de su organización, presentan sin embargo variaciones bastante grandes en el color de su piel, en los rasgos de la fisonomía y en las proporciones de las diversas partes del cuerpo; para expresar estas diferencias dividen los naturalistas la especie humana en algunas *variedades*, de las cuales son las más notables la *variedad caucásica* ó *blanca*, la *variedad mongólica* ó *amarilla* y la *variedad etiópica* ó *negra*.

La VARIEDAD CAUCÁSICA se distingue por la belleza del óvalo que forma la cabeza, por el desarrollo de la frente, posición ho-

rizontal de sus ojos, poca saliente de los pómulos y mandíbulas, cabellos lisos y color blanco ó por lo menos blanquizco de la piel. Es notable también por su perfectibilidad, pues de ella han salido todos los pueblos más civilizados de la tierra. Ocupa toda Europa, el Asia occidental hasta el Ganges y la parte más septentrional de África; pero créese que descendió primitivamente de las montañas del Cáucaso, situadas entre el mar Caspio y el mar Negro, y por esto se le ha dado el nombre de raza *caucásica*.

La VARIEDAD MONGÓLICA difiere por muchos respectos de la variedad caucásica: tiene la cara aplastada; la frente, baja, oblicua y cuadrada; pómulos salientes; ojos pequeños y oblicuos; extremo inferior de la cara algo saliente; barba escasa, cabellos tiesos y negros, y el color de la piel aceitunado. Las lenguas propias de las razas mongólicas tienen también caracteres que les son comunes y las separan claramente de las que pertenecen á los pueblos caucásicos: las voces que las forman son todas monosílabas.

Fig. 232. — Raza mongólica.

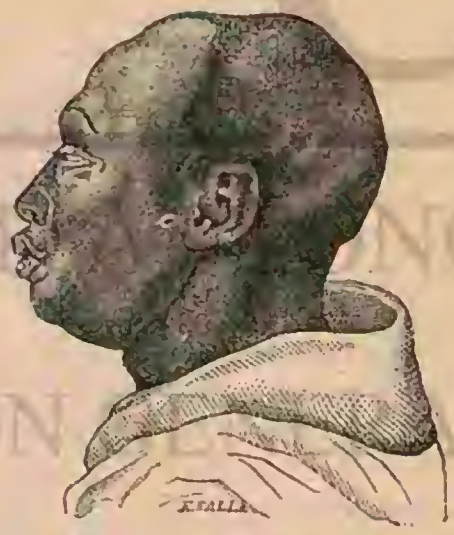


Fig. 233. — Raza etiópica.

Esta variedad de la especie humana se halla extendida al oriente de las regiones ocupadas por las razas caucásicas: encuéntrasela primeramente en el gran desierto del Asia central, donde se hallan los kalmukos y otras tribus mongólicas todavía

nómadas; casi todos los pueblos de la parte oriental de la Siberia le pertenecen; pero la nación más notable formada por los hombres de esta raza es la de los chinos, cuyo vasto imperio fué el más antiguamente civilizado de todas las partes del mundo. La Corea, el Japón, las islas Filipinas, las islas Marianas, las islas Carolinas y todas las demás tierras que se extienden al norte del Ecuador, desde el primero de los archipiélagos indicados hasta el grado 172 de longitud oriental, están también poblados por las razas mongólicas. En fin, los habitantes de las islas Aleutias y de la parte vecina de la costa occidental de América se incluyen también en esta gran división de la especie humana.

Los malayos, que ocupan la India del otro lado del Ganges y una gran parte del archipiélago asiático, constituyen, según algunos naturalistas, una variedad distinta de la mongólica y de la caucásica; pero la mayoría de los autores la consideran una mezcla de estas dos razas.

En fin, las razas mongólicas parece que se han extendido por las regiones hiperbóreas de los dos hemisferios, pues con ella es con la que más analogía presentan los pueblos degenerados que se encuentran desde el cabo Norte, en Europa, hasta la Groenlandia, y que se conocen con los nombres de lapones, somoidos, esquimales, etc.

La tercera rama bien distinta de la especie humana es la VARIEDAD ETIÓPICA Ó NEGRA, caracterizada por el cráneo comprimido lateralmente, nariz clata, mandíbulas salientes, labios gruesos, cabellos crespos y piel más ó menos negra. Está confinada en África, al mediodía del Atlas, y parece que se compone de varias razas bien distintas, tales como la mozambique, la boschimana y la nubia.

La población primitiva de Australia y de los archipiélagos numerosos de la Oceanía es también una raza negra, que tiene mucha analogía con la de los negros mozambiques, pero cuyos cabellos aunque ásperos, son lisos; por lo demás, estos pueblos bárbaros y miserables, á los cuales se ha dado el nombre de alfurones, son aún poco conocidos.

En fin, la mayor parte de los naturalistas consideran que los indígenas de América no deben ser incluídos en ninguna de las tres variedades de la especie humana que pueblan el antiguo mundo. Son en general notables por su color rojo-cobrizo, barba rara y cabellos largos y negros; pero difieren mucho entre sí. Unos tienen la mayor analogía con las razas mongólicas de Asia, otros al contrario se acercan un poco á las formas europeas. Su nariz es tan saliente como la nuestra, y los ojos son grandes y rasgados.

§ 413. El ORDEN DE LOS CUADRUMANOS, que se coloca en la división de los *Primates* al lado del orden de los bimanos, se compone de los mamíferos ordinarios que tienen el pulgar opuesto á los miembros abdominales lo mismo que á los miembros torácicos, y que emplean todos estos órganos en las dobles funciones de la locomoción y del tacto. Estos animales son frugívoros lo mismo que los bimanos, y su aparato dentario se compone de incisivos, caninos y molares. En este grupo se incluyen los monos (fig. 136 y 158), los titís ó *jacchus* (fig. 13) y los *lemures* ó makís (fig. 234).

Los MONOS son animales de tamaño mediano ó pequeño, de

Fig. 234. — Maki de frente blanca (*Lemur albifrons*) con su hijuelo.

cráneo casi siempre redondo, hocico medianamente prolongado, pescuezo corto, cuerpo esbelto y miembros delgados y largos. Tienen la piel cubierta de pelos compactos, largos y suaves: sin

embargo, su parecido con el hombre es grandísimo, y los hay que en la primera edad no tienen la línea facial notablemente más oblicua que muchos negros; así que aumentan de edad se va haciendo más saliente el hocico y en algunos monos se desarrolla esta parte de la cara hasta el punto de parecerse á la de un perro (fig. 235). Los gestos y actitudes de estos animales tienen á menudo mucha analogía con los nuestros. Muchos de ellos se mantienen fácilmente en una posición casi vertical, sobre todo cuando pueden servirse de un palo como nosotros de un bastón, y se ve que marchan de este modo, pero nunca con tanta seguridad como el hombre; por lo contrario están admirablemente organizados para trepar de rama en rama. La longitud y flexibilidad de sus miembros, la existencia de mano en la extremidad de todos ellos y la grande energía de su sistema muscular, les permite desplegar en aquel ejercicio admirable agilidad, y la naturaleza ha dado además á muchos de estos animales larga cola prehensil, que les sirve como de quinta mano, para colgarse de las ramas, balancearse en el espacio y tomar el arranque necesario cuando quieren saltar de un árbol á otro (fig. 136).

Fig. 235. — Mono (*Cinocéfalo mormón*).

Los monos son propios de los países cálidos; una sola especie vive salvaje en Europa, en el peñón de Gibraltar, y, cosa muy notable, todos los del nuevo mundo tienen caracteres que los distinguen de los del viejo continente. Los *titis* (fig. 13) se parecen mucho á los monos propiamente dichos y viven en América. En fin los *lemures*, de los cuales son los makís (fig. 234) los principales representantes, pertenecen casi todos á la isla de Madagascar.

El grupo natural de los PLEBEYATES comprende casi todas las especies de mamíferos pequeños. Los animales de que se compone se parecen á los primates por el modo de desarrollo del feto, pero se distinguen por la conformación de los miembros anteriores que nunca constituyen manos en sus extremidades. También debe observarse que su cerebro carece de circunvoluciones, caracteres que los distinguen de los carnívoros lo mismo

que de los primates; añadiremos que muchos de estos pequeños mamíferos son animales hibernantes. En esta división se incluyen los quirópteros, insectívoros y roedores.

§ 414. El ORDEN DE LOS QUIRÓPTEROS, formado por los *murciélagos* (fig. 236 y 237) se liga estrechamente con el de los

Fig. 236. — Murciélago orejudo (*Vespertilio auritus*).

cuadrumanos; pero caracterízase por una singular modificación de los miembros anteriores, hallándose estos órganos transformados en alas á causa de un gran pliegue de la piel de los lados que se extiende hasta los dedos (fig. 236); el sistema dentario se compone también de caninos y de incisivos lo mismo que de molares.

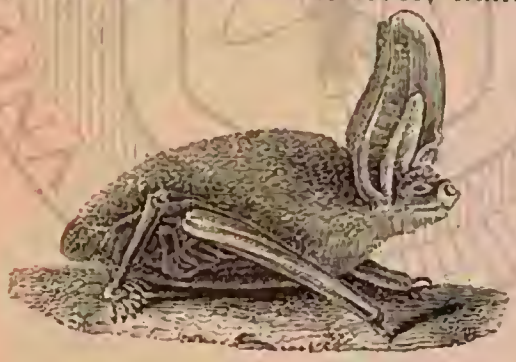


Fig. 237. — Murciélago orejudo andando por el suelo.

Unos son frugívoros, otros son insectívoros, y, en el primer caso se parecen sus molares á los de los cuadrumanos; mientras que, en los que viven de insectos, están conformados de la misma manera que en el orden siguiente. Los murciélagos son los principales representantes de este grupo.

§ 415. El ORDEN DE LOS INSECTÍVOROS se compone igualmente de mamíferos ordinarios de la división de los unguiculados, cuyos cuatro miembros, conformados para la marcha, no terminan en manos y que tienen tres suertes de dientes en la boca; pero aquí los molares, en vez de ser cortantes, como en los carnívoros se hallan erizados de puntas cónicas (fig. 32), lo que los hace apropiados para asir y triturar los insectos que sirven de alimento á estos animales. Su cerebro se asemeja mucho al de los quirópteros y no tiene circunvoluciones como el de los bimanos, cuadrumanos, carnívoros y anfibios. La mayor parte de

los insectívoros viven más ó menos completamente bajo tierra y se aletargan en invierno. Citaremos como ejemplo de este grupo: el topo (fig. 226), el erizo (fig. 240), el musgaño (fig. 238) y

Fig. 238. — Musgaño (*S. araneus*).

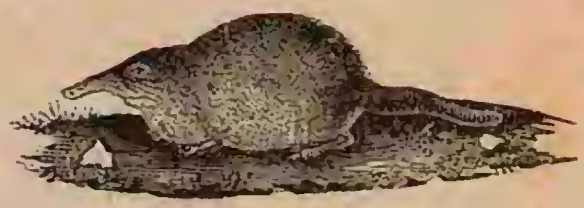


Fig. 239. — Desmán (*M. pyrenaica*).

los desmanes (*mygales*), pequeños animales nadadores que tienen la nariz prolongada en forma de trompa rudimentaria (fig. 239).

Los MUSGAÑOS (*Sorexs*) (fig. 238) son pequeñísimos animales cuyo aspecto se parece en general al de los ratones; tienen el cuerpo cubierto de pelos cortos, y sobre cada lado se encuentra una pequeña lista de cerdas tiesas entre las cuales se rezuma un humor oloroso. El *M. común* (*S. araneus*) es una especie de musgaño bastante común en nuestros campos en donde equivocadamente se le acusa de causar con su mordedura cierta enfermedad á caballos y mulas.

Los TOPOS (*Talpa*) (fig. 226) son animales esencialmente subterráneos y cavadores; su cuerpo es rechoncho, el hocico prolongado terminando en una trompa movible que le sirve para remover la tierra; y sus miembros anteriores, muy cortos, pero extremadamente fuertes y muy gruesos, están dirigidos hacia fuera y terminados por enormes uñas propias para escarbar (fig. 228). Con estos órganos abren los topos en el suelo, con grandísima rapidez y admirable instinto, largas galerías en las cuales establecen sus habitaciones. Las pequeñas elevaciones que á menudo se ven en el suelo, y que se denominan *toperas*, están formadas por la tierra que estos animales echan fuera cuando ejecutan dichos trabajos subterráneos. Casi nunca salen de sus laberintos, y se alimentan con los gusanos y larvas de insectos que en ellos encuentran. Hállanse, como se ve, destinados á vivir en una oscuridad profunda: por esto sus ojos son apenas perceptibles, y existe una especie de topo que es completamente ciega. Tienen veinte y dos dientes en cada quijada. El *topo común* de nuestros

campos, que es de hermoso color negro, se halla en todas las regiones fértiles de Europa.

Los ERIZOS (*Erinaceus*) (fig. 240) tienen el cuerpo cubierto de púas en lugar de pelos, y la piel del lomo se halla provista por debajo de músculos tales que el animal, doblando la cabeza y la

Fig. 240. — Erizo (*E. europæus*).

patas hacia el vientre, puede encerrarse como en una bolsa y presentar por todas partes sus púas al enemigo. Viven en los bosques, y durante el día permanecen escondidos entre las raíces de los árboles viejos. Encuéntraseles bastante comunmente en Francia.

§ 416. El ORDEN DE LOS ROEDORES comprende los mamíferos ordinarios unguiculados que tienen la boca provista de fuertes

Fig. 241. — Campañol (*Mus arvalus*).

dientes incisivos y de molares pero que carece de caninos. Esta disposición de los dientes (fig. 21 y 242) los hace propios para roer sustancias vegetales, componiéndose principalmente de estas materias el régimen alimenticio de dichos animales. El cerebro de los roedores se parece mucho al de los insectívoros, y su inteligencia es muy limitada; pero algunos de ellos se hallan dotados de facultades instintivas muy notables. Las ardillas (fig. 143),

las marmotas (fig. 82), las ratas, los hámsters (fig. 144), los campañoles (fig. 241), las liebres, los castores (fig. 153), los puercoespines (fig. 217), y muchos otros animales conformados con el mismo plan general, forman parte de esta división.

Fig. 242. — Calavera de un roedor.

Los roedores del género RATA (*mus*) se caracterizan por algunas particularidades en la disposición de sus dientes y por su cola larga y escamosa. Son animales de pequeño tamaño, que se alimentan principalmente de sustancias vegetales (tales como granos y raíces); pero comen también sustancias animales, y, cuando la escasez los obliga riñen entre ellos y se devoran unos á otros. Hay tres especies que se han hecho comunes en nuestras casas, á saber: la rata doméstica, la rata decumanus y el ratón doméstico.

La *rata doméstica* no era conocida de los antiguos y parece procedente de Africa. Ignórase la época de su introducción en Europa, pero se sabe que en tiempos pasados existía en gran cantidad en lugares que actualmente ocupa la decumanus, después de haber destruído casi por completo dicha especie. La rata doméstica se ha hecho un animal bastante raro hasta en París mismo, y no se le encuentra sino en los graneros, en donde se alimenta de los cereales, harina, frutas y legumbres que en ellos encuentra. Su afición á las materias animales es grandísima y caza á los animales pequeñuelos. En las casas rurales donde se propaga, se convierte en un verdadero azote por los perjuicios que causa royendo la ropa, los arneses y guarniciones de cuero, las provisiones, todo lo que alcanza con sus dientes, en una palabra.

La *decumanus* es la mayor de nuestras ratas; tiene como dos decímetros de largo (comprendiendo la cola), y su pelaje es de color pardo rojizo por lo general. Hoy en día se halla multiplicadísima en Europa, no obstante haber sido introducida en ella en el siglo XVIII solamente. Los buques que hacían el comercio con la India la transportaron á Inglaterra, de donde pasó á Francia, á todas las demás partes de Europa, á América, y en fin á todos los sitios donde los europeos han fundado colonias. En los alrededores de París, abundan mucho en los muladares, en donde se abren madrigueras poco profundas.

El *ratón doméstico* es la especie más pequeña de la ratas que viven en nuestras habitaciones, y la única que conocieron los antiguos. Este pequeño animal abre en las maderas de las casas y

en las paredes viejas cuyo material se desprende fácilmente, agujeros más ó menos largos, de los que hace su residencia habitual, aliméntase de todas las sustancias animales ó vegetales que puede alcanzar, y le gusta mucho el sebo, tocino y los demás cuerpos grasos. Algunas veces se les encuentra en estado salvaje, en los bosques, donde se alimentan con bellotas y fabucos.

Los LIRONES (*Myoxus*) son bonitos animales pequeños, de pelo suave, cola peluda y hasta muy espesa, mirada viva, que tienen mucha analogía con las ratas; permanecen en los árboles y se alimentan con frutos. Lo mismo que las marmotas, pasan la es-

Fig. 243. — Lirón (*M. quercinus*)

tación fría en un sueño letárgico muy profundo. Puédeseles reconocer por el número de sus dientes molares, que es de cuatro en cada quijada y de cada lado.

Fig. 244. — Gerbo (*D. sagitta*).

Los GERBOS (*Dipus*) (fig. 244) son pequeños roedores notables

por el gran desarrollo de sus patas posteriores, lo que les da la facultad de saltar con mucha agilidad.

Las ARDILLAS (*Sciurus*) (fig. 143) pertenecen igualmente al orden de los roedores, y se distinguen por su larga cola con pelos abundantes dispuestos como las barbas de una pluma. Son animales notables por su agilidad, que viven en los árboles y se alimentan con los frutos de ellos. Hay muchas especies en los dos continentes. En Francia se encuentra en gran cantidad la *ardilla común* (*S. vulgaris*) que, en nuestros climas, conserva siempre los colores que todos conocen (el lomo rojo oscuro y el vientre blanco), pero en el Norte toma en invierno un hermoso color gris azulado : en este estado es muy apreciada su piel.

Los CASTORES se distinguen de todos los demás roedores por su gran cola aplanada horizontalmente, de forma casi oval y cubierta de escamas (fig. 153). Son animales de tamaño regular, cuya vida es completamente acuática; sus patas y colas les sirven por igual para nadar. Viven principalmente de cortezas y otras materias duras, y se sirven de sus fuertes dientes incisivos para cortar toda clase de árboles.

El *castor del Canadá* es el cuadrúpedo que más industria demuestra en la fabricación de su habitación, en la cual trabaja en sociedad en los lugares más solitarios del norte de América (fig. 153, pág. 273).

La vecindad del hombre impide á los castores el reunirse y construir de este modo; los castores solitarios que se encuentran en madrigueras á lo largo del Ródano, del Danubio ó de algunos otros ríos de Europa, no se construyen nunca cabañas, pero parecen, no obstante, de la misma especie que el castor del Canadá.

§ 417. El grupo de los carnívoros se compone, como ya hemos visto, de todos los mamíferos ordinarios cuyos dedos son unguiculados solamente, cuyo pulgar no es oponible á los demás dedos y cuyo cerebro presenta circunvoluciones muy caracterizadas. Debe también observarse que estos animales tienen tres suertes de dientes (incisivos, caninos y molares), que sus molares son cortantes, y que el órgano fetal llamado placenta es zonario en vez de ser discoideo como en los primates y los plebeyates.

Esta legión se compone de dos órdenes : los carnívoros y los anfibios ó carnívoros esencialmente acuáticos.

El ORDEN DE LOS CARNÍVOROS comprende todos los animales de presa grandes y considerable número de cuadrúpedos pequeños muy sanguinarios, tales como las garduñas y los turones.

Por el género de vida de estos animales se puede prever que su conducto intestinal debe ser menos voluminoso y menos largo

BIBLIOTECA FAC. DE MED. U. A. N. L.

que en los mamíferos que se alimentan con sustancias vegetales. Los carnívoros, para coger y devorar una presa que á menudo se defiende de ellos, tienen necesidad de una fuerza considerable en los quijadas : por eso los músculos que sirven para acercar dichos órganos son muy voluminosos, lo que hace muy ancha la cabeza de estos animales. Por lo general son muy cortas las quijadas, y la manera como se articulan con el cráneo indica también que los dientes están destinados á cortar carne, pero no á triturar hierba ó raíces; la articulación se dirige al través y se halla sujeta como un gozne, de modo que se opone á todo movimiento lateral, y no permite á la boca sino abrirse y cerrarse como lo harían las dos hojas de unas tijeras. Los dientes caninos son grandes, largos y separados unos de otros (fig. 31); los incisivos, que son seis en cada quijada, son pequeños; en fin, los molares son unas veces enteramente cortantes, otras cubiertos en parte de eminencias tuberculosas lisas, y nunca presentan puntas cónicas dispuestas como en los insectívoros. Uno de los dientes molares es de ordinario mucho mayor y más cortante que los demás, y se llama *diente carnicero*; por detrás de él se encuentran uno ó dos dientes casi planos que se distinguen con el nombre de *tuberculosos*, y entre ellos y los caninos un número variable de falsos molares. La forma y la disposición de estos diversos dientes están en relación con las costumbres más ó menos carnívoras de dichos animales. Los que viven de carne más exclusivamente tienen los dientes más cortantes y las quijadas más cortas (lo que aumenta la fuerza de ellas), mientras que los que se alimentan con sustancias vegetales tan bien como con carne tienen la mayor parte de los dientes tuberculosos : así es que se puede juzgar del régimen más ó menos carnívoro de un animal por la proporción en que se hallan los dientes cortantes con los tuberculosos.

Los animales de este orden tienen por lo general fuertes uñas corvas propias para asir y hasta desgarrar su presa; debe también observarse que carecen casi por completo de clavícula. Este modo de organización se encuentra en los géneros Gato, Hiena, Turón, Marta, Nutria, Perro, Tejón, Oso, etc.

El género GATO (*Felis*)(fig. 245), que se puede considerar como tipo de los carnívoros, comprende no solamente los gatos comunes, sino también el tigre, león, pantera, lince, etc. Son los carnívoros más terribles : sus cortas quijadas están provistas de músculos de fuerza prodigiosa; sus uñas retráctiles, que se ocultan en los dedos en estado de reposo, jamás pierden su punta ni su corte. Tienen cinco dedos en las patas delanteras y cuatro en las traseras. El oído es excesivamente fino, siendo el más desarro

llado de los sentidos de estas fieras. No parece que tengan vista de mucho alcance, pero ven bien de día y de noche; la pupila se dilata y contrae según la cantidad de luz : en unos se dilata verticalmente, en otros es redonda. Usan mucho el olfato; pónenlo

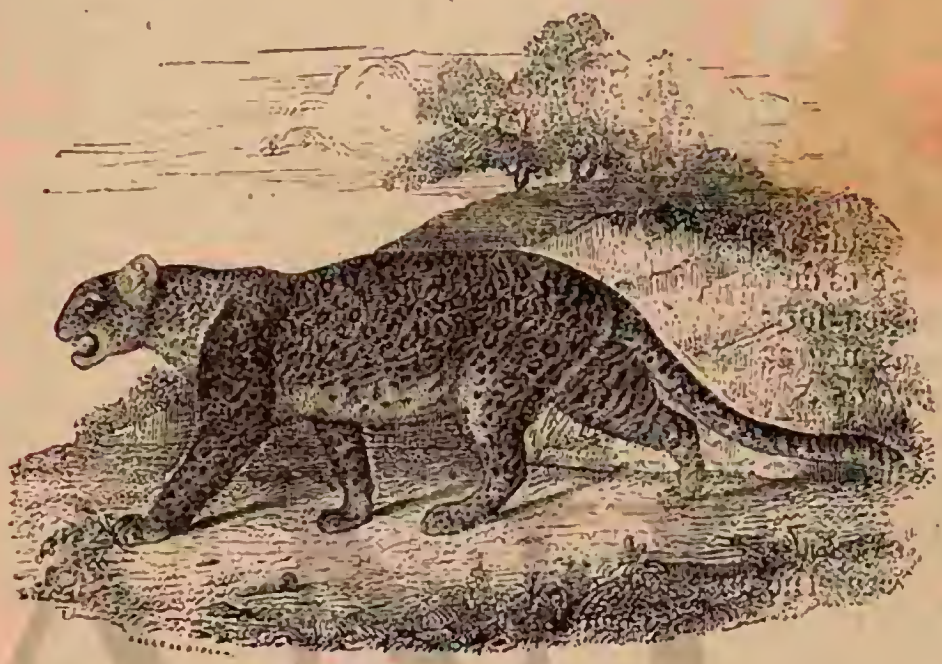


Fig. 245. — Pantera (*F. pardus*).

en ejercicio antes de comer y hasta siempre que les inquieta una causa cualquiera. Tienen la lengua cubierta de papilas córneas muy ásperas. El pelaje es por lo general suave y fino, y toda la superficie del cuerpo muy sensible al tacto; sus bigotes principalmente parece que son asiento de impresiones delicadísimas. Aunque dotados de un vigor prodigioso, no atacan á los demás animales á viva fuerza; la astucia dirige todos sus movimientos. Nunca cogen su presa á la carrera; escondidos, por lo general, entre el follaje, cerca de las fuentes, esperan á los animales que vienen á beber, y de un solo salto caen sobre la víctima.

A la cabeza de este género se pone al *león* (*F. leo*), que tiene como dos metros de largo desde el nacimiento de la cola hasta el hocico, un metro de alto y se caracteriza por su cuadrada cabeza, el mechón de pelos que termina su larga cola y la melena que en el macho cubre la cabeza, pescuezo y encuentro. Es el animal carnívoro de más fuerza. Su poder es tal, que de una sola patada derrenga á veces un caballo, y de un latigazo con el rabo derriba al hombre más robusto. Antiguamente se hallaba esparcido por

las tres partes del antiguo mundo, pero hoy parece casi confinado en Africa y en algunos puntos próximos de Asia.

El animal que algunos autores llaman *león de América* es otra especie del género Gato, denominada *cuguar* ó *puma* (*F. concolor*), que es propia del nuevo mundo.

El *tigre real*, ó *tigre de Oriente* (*F. tigris*), es un animal aun más temible que el león, pues le iguala en tamaño y fuerza y le excede en ferocidad. Su pelo es corto y amarillo rojizo por encima, con fajas transversales negras. Vive en las Indias, en donde ocasiona enormes estragos.

El *jaguar* (*F. onza*), que es casi tan grande como el tigre real y casi tan terrible, vive en los grandes bosques de América. Su pelaje es de color amarillo rojo con cuatro líneas de manchas negras en forma de ojos, á lo largo de los costados, y blanco con rayas negras por debajo. Algunas veces se le da el nombre de *tigre de América*, y los peleteros lo llaman *gran pantera*.

La *pantera* (*F. pardus*) (fig. 245), tan notable por su bonito pelaje leonado con manchas negras formando rosetones, se halla en toda Africa y en las regiones cálidas de Asia; parécese mucho al *leopardo*, que vive en los mismos puntos.

Dase el nombre de *lince* (*F. linx*) ó otra especie del género Gato, notable por los penachos de pelos que tiene en las orejas. Su pelaje es de color bermejo con manchas pardo-negruscas. Es indígena de la Europa templeada, pero casi ha desaparecido por completo de las regiones pobladas; aun se le encuentra en los Pirineos, en las montañas del sur de Italia y en Africa. Trepa á los árboles más elevados de los bosques y permanece oculto acechando su presa. Causa perjuicios considerables en los ganados, y destruye muchísimas liebres y animales salvajes. Su vista es tan penetrante, que antiguamente le atribuían la facultad de ver á través de las piedras de una pared: innecesario es decir que esto es evidentemente falso; pero parece que distingue la presa á mayor distancia que la mayor parte de los carnívoros.

El *gato común* (*F. catus*) es oriundo de nuestros bosques de Europa. En estado salvaje es de color gris-pardo con ondas transversales más oscuras, por debajo pálido, la parte exterior de las piernas y las cuatro patas amarillentas, y la cola con anillos negros. En estado doméstico varía como es sabido de color, suavidad y largo del pelo.

Las HIENAS (*Hyœna*) (fig. 246) se distinguen del género Gato por el número de sus dedos, que es el de cuatro en cada pata; por las uñas, propias para escarbar y que no se levantan durante la marcha; por la disposición de los dientes, cuya fuerza es tanta que les permite quebrar los huesos de los mayores anima-

les: Tienen la cola corta y caída, y por encima del ano se halla una bolsa profunda en la cual un aparato glandular secreta una materia viscosa de olor muy desagradable. El pelaje es áspero, poco espeso, compuesto de pelos largos que forman una especie de crines. Su aspecto es rarísimo: tienen siempre el cuarto trasero mucho más bajo que el delantero. Son animales nocturnos que viven en cavernas, y voraces en extremo; prefieren las carnes muertas y hasta desentierran los cadáveres humanos: tienen una reputación de ferocidad que no merecen. La *hiena común* es oriunda de la Turquía asiática, de Siria y de algunas regiones de África.

Fig. 246. — Hiena (*H. crocata*).

Los turones, martas, nutrias y algunos otros carnívoros son notables por su cuerpo delgado, largo y de cortas patas. Designaseles á veces con el nombre común de *carnívoros vermiformes*, y se caracterizan por la existencia de un solo diente tuber-

Fig. 247. — Comadreja (*P. mustela*).

culoso en cada quijada; mientras que en los géneros de los gatos y de las hienas no existe semejante diente en la quijada inferior, y en los perros y civetas se cuentan dos. Son todos de pequeño tamaño; pero también animales muy sanguinarios.

El género TURÓN (*paturius*) comprende el turón común, el hurón, la comadreja, el armiño y muchas otras especies, que tienen todos cabeza redonda, pelaje brillante y suave, cola larga y glándulas anales que secretan una materia fétida.

La MARTAS difieren poco de los turones y son igualmente apreciadas por su piel. La *fuina* ó *garduña*, que tantos perjuicios causa en las aves de corral, pertenece á este género.

Las NUTRIAS (*Lutras*) tienen la cabeza deprimida y los dedos palmados. Son animales nadadores nocturnos que viven á orillas de los ríos y se alimentan principalmente con pescados.

El género PERRO (*Canis*) comprende el perro propiamente dicho, los lobos y los zorros. Todos estos animales se caracterizan por particularidades del sistema dentario; las patas delanteras tienen

Fig. 218. — Nutria común (*L. vulgaris*).

cinco dedos, y las traseras cuatro; sus uñas son propias para escarbar; tienen excelente vista, oído fino y olfato delicadísimo; mezclan vegetales á su alimento animal y gustan la carne corrompida. Son, por lo general, animales de tamaño regular, cuyas proporciones indican fuerza y agilidad.

El *perro doméstico* se distingue de las otras especies de este género por su cola enroscada, y varía por lo demás muchísimo en el tamaño, forma, color y calidad del pelo. Este animal nace con los ojos cerrados y no los abre sino el décimo ó duodécimo día. Las hembras paren seis ó siete cachorros y algunas veces doce. La vida del perro está comunmente limitada á catorce ó quince años. Hanse conocido, sin embargo, que han vivido hasta veinte: se conoce la edad que tienen en los dientes, que son, cuando pequeños, blancos, cortantes, y puntiagudos, y se vuelven romos, desiguales y negruzcos á medida que envejecen.

El perro es la conquista más completa que el hombre ha hecho á la naturaleza; toda la especie ha venido á ser propiedad nuestra, y hasta ha perdido las trazas de su estado primitivo. Los perros salvajes, que se encuentran en varias regiones, son de razas domesticadas que han recobrado su independencia después de un cierto número de generaciones, y tomado por esta causa algunos rasgos de la especie primitiva.

Influencias tan poderosas como las que resultan de la diversidad de climas, de la alimentación, etc., bastan apenas para explicar las numerosas modificaciones que el perro doméstico ha experimentado y que forman sus diferentes razas; por esto creen algunos naturalistas que nuestros perros no proceden de una especie sola, sino que han salido de especies diferentes que hoy ya no se pueden reconocer á causa de la mezcla de sus razas. Otros piensan que el perro es un lobo ó un chacal domesticado; los perros que han vuelto al estado salvaje en las islas desiertas no se parecen, sin embargo, á uno ni á otro. Estos perros salvajes y los de los pueblos poco civilizados, tales como los habitantes de Nueva Holanda, tienen las orejas derechas, lo que hace creer que las razas europeas más afines del primer tipo son nuestro *perro de pastor* ó nuestro *perro-lobo*.

El *lobo común* (*C. lupus*) se distingue fácilmente de los perros domésticos por su cola, que es derecha en vez de enroscarse hacia fuera como la de estos últimos animales. Sus orejas son también rectas y el pelaje leonado; tiene el tamaño de nuestros mayores perros y la fisonomía del mastín; pero, lejos de ser animal eminentemente sociable como aquéllos, vive casi siempre solitario en los grandes bosques, y no se reune en manadas sino cuando el hambre lo obliga. Es muy fuerte, ágil, astuto, y tiene todas las condiciones necesarias para perseguir, atacar y conquistar su presa; sin embargo es naturalmente lento y cobarde y sólo cuando está hambriento se atreve á exponerse al peligro y ataca á los animales que se hallan bajo la protección del hombre, como las ovejas, carneros y hasta á los perros. Atormentado por un hambre excesiva, causa grandísimos daños: ataca las mujeres y los niños y algunas veces hasta se lanza al hombre. Se halla en toda Europa.

El *chacal* ó *lobo dorado*, que se encuentra en las regiones cálidas de Asia y de África, se parece, por sus costumbres y forma, al perro doméstico mucho más que al lobo común. Es susceptible de domesticación.

Los zorros (*Vulpis*) (fig. 249) se diferencian del perro doméstico y del lobo en que tienen la cabeza más ancha, hocico más puntiagudo, cola más larga y poblada, y en que la pupila tiene durante el día la forma de una hendidura vertical. Son nocturnos, se abren madrigueras, despiden olor fétido y sólo atacan animales débiles. Encuéntranse especies de ellos en todas las partes del mundo. Los de los países fríos dan una piel muy apreciada.

Todos los carnívoros de que acabamos de hablar, lo mismo que muchos otros, como por ejemplo la gineta y la civeta no caminan sino apoyados en la extremidad de los dedos, levantando el tarso,

disposición que les ha valido el nombre de *digitigrados* y que les permite un paso ligero y mucha rapidez en la carrera. Los osos y los tejones son, al contrario, *plantigrados*, esto es, que apoyan toda la planta del pie en el suelo. Sus movimientos son lentos.

Fig. 249. — Zorro (*C. vulpis*)

Los osos son animales grandes de cuerpo obeso, miembros gruesos y cola muy corta; son poco ágiles, pero tienen grandísima fuerza y mucha inteligencia. La conformación de sus miembros, poco favorable para la carrera, les permite mantenerse derechos sobre sus patas traseras y trepar con agilidad á los árboles, que rodean con sus miembros. Algunos son también buenos nadadores, facultad que deben en parte á la cantidad de grasa de que está cargado su cuerpo. De todos los carnívoros son los que menos obligados se hallan, por su conformación, al régimen animal: en efecto la estructura de sus dientes, casi por completo tuberculosos, es más favorable para triturar frutos y raíces que para rasgar y cortar la carne: por esto son omnívoros. Alimentanse igualmente de sustancias animales y vegetales, pero estas últimas son su comida habitual. Gustan mucho de las raíces y frutos, y tienen gran afición á la miel, que van á buscar á las colmenas sin temer las picaduras de las abejas, de las cuales están preservados por la dura piel y los abundantes pelos que la cubren. La mayor parte de los osos vive en los grandes bosques: pero existe una especie que habita las costas y los hielos de los mares polares. Los primeros establecen por lo general su cubil en cavernas ó en cuevas que ellos mismos escarban con sus po-

derosas uñas; en invierno se aletargan en sus retiros, y, cuando el frío es riguroso, pasan toda esta estación sumidos en profundo letargo.

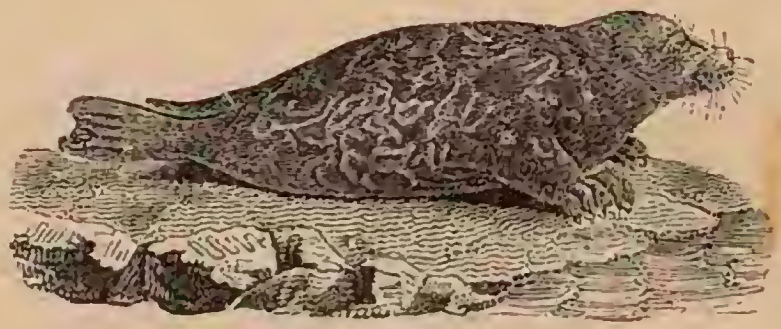


Fig. 250. — Foca (*P. vitulina*).

§ 418. El ORDEN DE LOS ANFIBIOS se halla formado por mamíferos de organización análoga á la de los carnívoros, pero cuyos miembros no sirven para la marcha y constituyen remos para la natación; por eso estos animales pasan en el agua la mayor parte de su vida. Las focas (*phocas*) (fig. 250) y las morsas pertenecen á esta división.

Fig. 251. — Cráneo de tato.

§ 419. El ORDEN DE LOS DESDENTADOS parece que establece el paso entre los mamíferos unguiculados y los ungulados, pues sus uñas adquieren mucho desarrollo y cubren gran parte de la extremidad de los dedos; pero lo que les caracteriza principalmente es la falta de dientes incisivos (fig. 251). El aparato masticador no se compone, pues, sino de molares y caninos y en ocasiones hasta falta completamente (fig. 37); por esto se alimentan sobre todo los desdentados; con insectos blandos ú hojas fáciles de arrancar. Citaremos como ejemplo de este orden los tatos (fig. 252), pangolines (fig. 218) y hormigueros.

Fig. 252. — Tato cabasú.

Muchos animales de este grupo, que no existen actualmente, vivían en la época terciaria, alcanzando algunos de dichos desdentados tamaños gigantescos; verbigracia, el *megaterio* (fig. 253), que tenía más de cuatro metros de alto, y el *mylodonte* (figu-

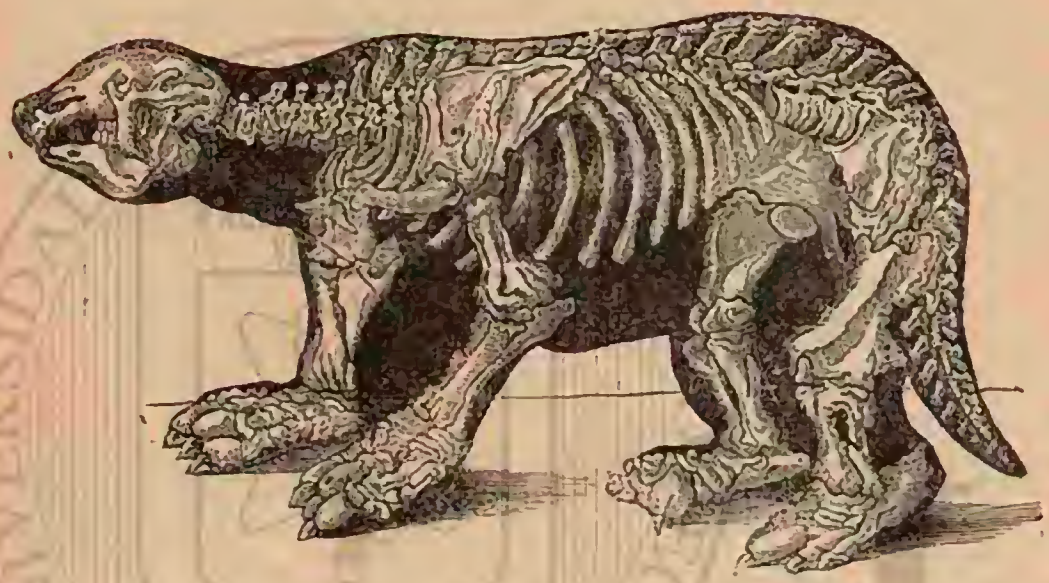


Fig. 253. — Megaterio.

ra 254), que, lo mismo que el precedente, se ha encontrado en estado fósil en la América meridional.

§ 420. Los ELEFANTES (*Elephas*) (fig. 222), que muchos autores incluyen en el orden de los paquidermos, deben, en una clasificación natural, constituir un grupo particular al cual se ha dado el nombre de PROBISCIDEOS. Son subungulados (esto es, que tienen uñas de forma de cascos pequeños) y tienen cinco dedos en cada pata, lo que no sucede ni en los paquidermos propiamente dichos ni en ningún otro ungulado. El rasgo más notable de su organización consiste en la existencia de una enorme trompa prehensil constituida por un prolongamiento de la nariz.

En la época actual no se compone el grupo de los proboscídeos sino del género Elefante, pero antiguamente se hallaba representado también por los mastodontes, cuyas osamentas se encuentran hoy en estado fósil.

Los elefantes tienen tamaño gigantesco, y son de natural manso y dócil, que les hace muy fáciles las costumbres de la domesticidad. La amplitud que deben tener los alvéolos de la quijada superior para contener las dos defensas hace á ésta tan alta y

reduce tanto los huesos de la nariz, que las fosas nasales se encuentran en la cabeza ósea hacia la parte alta de la cara; pero, como acabamos de decir, en el animal vivo se prolongan en una trompa cilíndrica cuya estructura hemos ya dado á conocer (página 353). Con este extraordinario apéndice arranca el elefante un árbol, deshace los nudos de una cuerda y consigue abrir una cerradura y hasta trazar rasgos con una pluma. Estos animales

Fig. 254. — Mylodonte robusto.

UANL
DOMA DE NUEVO LEÓN

tienen vista bastante buena, oído fino y olfato delicado; son inteligentes y su prudencia es extrema; se acuerdan de los beneficios que reciben lo mismo que de las injurias. Sus movimientos son pesados, pero la extensión de su paso da rapidez á su carrera. Sin embargo de ser el elefante el más poderoso de los cuadrúpedos, no es en estado natural ni cruel ni terrible. No menos pacífico que bravo, jamás abusa de su poder y no usa de su fuerza sino en su propia defensa. Rara vez se le ve solo en los desiertos. Las manadas se componen por lo general de cuarenta á cien individuos. El más viejo marcha á la cabeza de la manada y el que le sigue en edad vigila al final de ella.

Dómanse los elefantes cuando se les coge pequeños, pudiendo así empleárseles en los transportes. En ocasiones se les echa en-

Fig. 255. — El Mammut ó Elephas primigenius.

cima un peso de 1,000 kilogramos, y sin cansarles demasiado se les hace recorrer un trayecto de 60 á 80 kilómetros.

Se ha dado el nombre de *mammut* (fig. 255) á un gran ele-

fante que estaba organizado para vivir en los países fríos; su cuerpo se hallaba cubierto de pelos largos y muy abundantes: Uno de estos animales se ha encuentrado casi intacto en los hielos del norte de Siberia.

§ 421. El grupo de los mamíferos UNGULADOS comprende todos los mamíferos comunes que tienen cuatro patas, dedos envueltos en pesuños y la placenta difusa, ó multilobulada, en lugar de ser concentrada como en los grupos precedentes. Son por lo general animales de gran tamaño, herbívoros y con circunvoluciones cerebrales. Constituyen tres órdenes principales : *Paquidermos* propiamente dichos, *Rumiantes comunes* y *Camélidos* ó *Rumiantes anormales*.

Como ya hemos dicho, la mayoría de los autores incluye los elefantes en el ORDEN DE LOS PAQUIDERMOS; pero tal clasificación no es natural y no se deben comprender en este grupo sino los mamíferos de pesuño bien caracterizado, que no tengan cinco dedos y cuyo estómago no se halle dispuesto para la rumia. Por lo general son notables por el espesor de la piel; á esta particularidad deben el nombre con que se los designa.

Los paquidermos se dividen en *Paquidermos bisulques* ó de pata hendida, grupo que comprende la familia de los Jabalíes, lo mismo que los Hipopótamos, y en *Paquidermos solidungulados* ó *Perisodáctilos*, cuyas patas no son hendidas, grupo que comprende los géneros Caballo, Rinoceronte, Tapir, etc.

El género CABALLO (*Equus*), que comprende el caballo pro-

Fig. — 256. Cebra (*Eq. zebra*).

piamente dicho, el asno, la cebra (fig. 256) y otras varias especies, se distingue de todos los demás mamíferos por la forma de su pata, que termina en un solo dedo aparente envuelto en un

pesuño que en él se llama *casco*. Estos animales, que también se designan con el nombre de *solipedos*, tienen en cada quijada seis dientos incisivos cortantes, que, cuando los animales son pequeños, tienen la corona ahuecada por un hoyillo, y seis molares de cada lado. Los machos tienen además en la quijada superior, y algunas veces en las dos, dos pequeños caninos de que casi siempre carecen las hembras. Entre dichos caninos y el primer molar se halla el espacio vacío llamado *barra* (fig. 117) donde se pone el bocado con el cual el hombre doma y dirige estos animales. Tienen ojos saliente de mirada viva con la pupila de forma cuadrilonga, orejas largas y movibles, narices sin jeta, lengua suave, oído muy fino; el labio superior, que es muy movible, les sirve de instrumento de prehensión. Tienen el cuerpo cubierto de pelo bastante espeso, y crines en el pescuezo. En los miembros delanteros, y algunas veces en los traseros, se encuentra á menudo una parte desnuda, córnea, que se llama *castaña* ó *callo*. La cola es mediana pero frecuentemente con abundantes y largos crines.

Los animales de este género son esencialmente herbívoros; sin embargo, su estómago es sencillo y de tamaño regular. Satisfácense con los hierbas más comunes si se les acostumbra desde pequeños. Gustan de los pastos secos; aliméntaseles en la caballeriza con heno, alfalfa, trébol, algarroba, etc.; la paja de trigo, cebada y avena también la comen cuando se mezcla con una parte de buen heno ó de grano.

El *caballo propiamente dicho* (*Eq. caballus*) se distingue de las demás especies de este género por el color uniforme de su pelaje y por tener la cola cubierta de pelo desde la base. Es también superior á ellos en tamaño y belleza de formas. Procede de las grandes llanuras del centro de Asia; pero hoy en día se encuentran esparcidos en cantidad inmensa por todas las partes del mundo y sólo existe en estado salvaje en los lugares donde han vuelto á su libertad caballos domésticos, como en Tartaria y en América. La importación de estos animales en el nuevo mundo no data sino de unos tres siglos y medio, y, sin embargo, es allí inmenso el número de caballo salvajes. Asegúrase haberles encontrado en manadas de más de diez mil individuos [1].

El caballo puede vivir treinta años poco más ó menos; pero cuando es viejo pierde casi todas sus cualidades apreciables. Antes de la edad de cuatro ó cinco años no puede emplearsele en el tiro ni ponérsele silla. Vese pues que importa mucho distinguir con certeza la edad de estos animales. Hasta la edad de unos ocho años se consigue conocerla con exactitud por los cam-

[1] Este número es un tanto exagerado. (*Nota del trad.*).

bios sucesivos que se verifican en su sistema dentario, pero pasado este período no se conoce ningún signo positivo para apreciar su edad, y entonces se dice que *ha cerrado*, porque han desaparecido las cavidades que tenian en los dientes incisivos.

El *asno* (*Eq. asinus*) se conoce por su tamaño, por lo general menor que el del caballo, por sus largas orejas, por la cruz negra que tiene en el encuentro y por el mechón de cerdas del extremo de la cola. Aunque de menos fuerza que el caballo, no es menos apreciable que éste para los campesinos, porque es más paciente y más sobrio. Comparativamente tiene más fuerza y arrojo que su feliz rival. Expuesto á muchas menos enfermedades, conserva su vida con poco gasto. Sólo es delicado para el agua que bebe: siempre ha de ser clara y limpia. Llega á su completo crecimiento á los tres ó cuatro años y vive unos veinte ó veinte y cinco; duerme menos que el caballo. En sus primeros años es vivo, animado; pero los malos tratamientos no tardan en hacerle perder su vivacidad; vuélvese lento, estúpido y testarudo.

Antiguamente existían caballos con tres dedos que los paleontólogos llaman *hipariones*.

Los Rinocerontes (fig. 257) son animales rechonchos y pesados, notables por el espesor grandísimo de su piel y por el

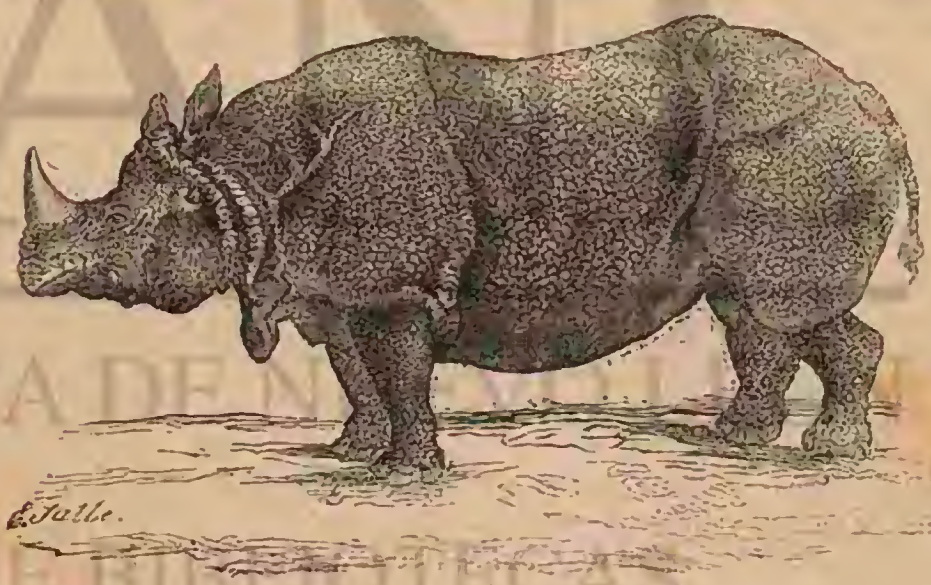


Fig. 257. — Rinoceronte (*Rhinoceros*).

cuerno sólido que tienen encima de la nariz, siendo los huesos de ésta muy gruesos y unidos en forma de bóveda para sostenerlo.

Este cuerno, ó cuernos, pues también hay rinocerontes que tienen dos, se halla como hemos dicho adherido á la piel y parece compuesto de pelos aglutinados; en su interior no tiene eje óseo como los cuernos de los rumiantes. Tienen tres dedos en cada

pata: habitan las regiones más cálidas del antiguo continente, y por lo general se encuentran en los lugares en que viven también los elefantes. Buscan los sitios húmedos y sombríos y se revuelcan como los hipopótamos y los cerdos para suavizar su cuero. Su inteligencia parece bastante limitada y son feroces é indomables.

Los *Tapires* son animales que se parecen algo á los cerdos en la forma general del cuerpo, pero no tienen las patas hendidas, y la nariz se prolonga formando una suerte de trompa (fig. 259). Tienen tres dedos en las patas posteriores y cuatro en las anteriores. Viven en la América tropical y en la India.

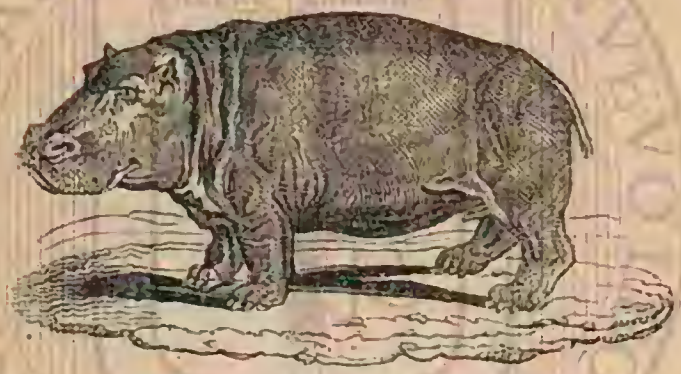


Fig. 258. — Hipopótamo (*H. amphibius*).

Fig. 259. — Tapir (*Tapirus*).

§ 422. Los paquidermos fisípedos constituyen los géneros Hipopótamo, Cerdo, etc.

Los Hipopótamos (fig. 258) tienen cuerpo enorme, piernas muy cortas, cuatro dedos iguales en cada pata, cola mediana y piel casi desprovista de pelos. Estos animales viven en los lagos y ríos del centro y mediodía de Africa; aliméntanse con sustancias vegetales. Son de color pardo negruzco y alcanzan hasta tres y medio metros de largo por $1^m,30$ á $1^m,60$ de alto. En ocasiones se ven tres ó cuatro al medio de un río ó cerca de alguna catarata, formando una especie de línea y lanzándose sobre los peces que pone á su alcance la corriente. Nadan con mucho vigor y permanecen largo tiempo debajo del agua sin tener necesidad de respirar el aire. Durante la noche salen del agua para echarse sobre las plantaciones de caña dulce, maíz ó arroz, que devoran con avidez. Andan con tal impetuosidad, que destrozan todo lo que encuentran á su paso. Su feroz carácter los hace muy temibles.

Los Cerdos ó Suidos tienen también cuatro dedos en cada pata; pero dos son muy grandes, dirigidos hacia delante, y dos rudi-

mentarios, exteriores, y no llegan al suelo. El número de sus dientes incisivos es variable, y los caninos salen de la boca y se encorvan hacia arriba como verdaderas defensas; so hocico termina por una trompa truncada, llamada *jeta*, propia para *hozar*. Viven en los bosques en manadas, donde se alimentan con raíces y frutos, aunque no experimentan repugnancia por el alimento animal.

§ 423. El ORDEN DE LOS RUMIANTES COMUNES ó PECÓRIDOS no debe comprender todos los mamíferos que rumian, sino solamente los que son unguligrados, esto es, los que andan apoyándose en la extremidad de los dedos, que tienen cuatro estómagos, que los glóbulos de la sangre son de la forma común y que, antes del nacimiento, tienen placenta multicotiledónea.

Estos animales son esencialmente herbívoros y carecen de dientes en la parte de delante de la quijada superior; no tienen pues incisivos en la quijaqa superior, pero tienen ocho en la inferior; sus dientes molares son seis generalmente de cada lado y en cada quijada; en fin, todos tienen pata hendida, y sólo entre estos animales se encuentran especies que lleven en la frente

Fig. 260. — Corzo (*C. capreolus*).

cuernos sostenidos por un eje óseo que nace en el hueso frontal. Los principales representantes de esta división son los Bueyes,

Carneros (fig. 263), Cabras (fig. 220), Ciervos (fig. 260 y 265), pero también se incluyen en ella los Antílopes, la Jirafa (fig. 264) y el Almizclero.

Los rumiantes se subdividen en tres grupos, según la forma de sus cuernos: en unos se hallan estos apéndices revestidos por una vaina de materia córnea (Bueyes, etc.); en otros permanecen siempre los cuernos cubiertas por la piel (Jirafas); finalmente, en la tercera sección, estos órganos se hallan al principio revestidos de piel, de la cual no tardan en despojarse, quedando descubierto el eje óseo, ó bien carecen completamente de ellos, ya las hembras, ya los individuos de ambos sexos.

Los *Rumiantes de cuernos huecos* (esto es, que tienen tales órganos cubiertos por un estuche córneo) constituyen los géneros Buey, Carnero, Cabra y Antílope.

El género Buey (*Bos*) difiere de los demás rumiantes por la forma del cuerpo y disposición de los cuernos, que se dirigen hacia fuera lateralmente encorvándose después hacia arriba y al frente.

Las especies principales son: buey doméstico y uro, que pro-

Fig. 261. — Bisonte (*Bison americanus*).

ceden ambos de Europa; búfalo y jack, propios de Asia; bisonte y buey almizclero, que pertenecen á la América septentrional.

El *buey doméstico* (*B. taurus*), que cuando joven se llama *becerro*, *ternero* ó *novillo*, *buey* cuando capón, *toro* cuando es entero, dándose á la hembra el nombre de *vaca*, tiene por caracteres particulares el aplastamiento de su frente (testuz), más larga que ancha, cuernos redondos, colocados en las dos extremidades de una línea saliente que separa la frente del occipucio, y las cuatro tetas dispuestas por pares. Tan vigoroso como dócil, el buey es de grandísima utilidad en la economía doméstica y en la agricultura, ya como animal de tiro, ya por los pro-

ductos que suministra. Su carne, que es muy suculenta, constituye uno de nuestros alimentos más sanos y nutritivos. La piel, hervida, da la cola; curtida, se transforma en *cuero*: los pelos entran en la composición de ciertos morteros, y sirven para rellenos; los cuernos se emplean para hacer peines, tinteros y otros objetos. Su grasa se aplica al almubrado; hácese excelente abono con la sangre, que también se emplea para fabricar un color azul muy útil, llamado *azul de Prusia*; esta sangre tiene igualmente grande aplicación en varios artes químicos, entre otras en las refinerías de azúcar y de aceite de pescado. La membrana que cubre los intestinos, que seca se llama *tripa*, se emplea en diferentes usos industriales. Finalmente la leche de vaca da crema, queso y manteca. Existen bueyes en todas las partes del mundo; pero estos animales proceden de Europa y de Asia.

El *uro* (*B. primigenius*) es el mayor de los cuadrúpedos de Europa. Distínguese de nuestro buey doméstico por su testuz redondo, mas ancho que alto; por la inserción de sus cuernos que se efectúa por debajo de la cresta occipital; por una especie de lana crespa que cubre la cabeza y pescuezo del macho, y que forma una corta barba bajo la garganta; en fin, por tener un par de costillas más. Vese pues que es un error considerar el uro como tronco de nuestro ganado vacuno. Antiguamente existía en toda la Europa templada; pero hoy en día se halla su raza casi destruída, y sólo se encuentran algunos individuos refugiados en los grandes bosques pantanosos de la Lituania, de Krapaks y del Cáucaso.

El *búfalo* (*B. bubalus*), que procede de la India, aunque naturalizado en Italia y en Grecia, tiene las astas surcadas por una arista longitudinal anterior. Es menos dócil que el buey, pero en cambio es más robusto y fácil de alimentar. Gusta revolcarse en el fango, y nada muy bien; zabulle en ocasiones hasta diez ó doce pies de profundidad, para arrancar con sus cuernos plantas acuáticas que come nadando.

El *yack*, llamado también *búfalo de cola de caballo* ó *vaca gruñidora* de *Tartaria*, es especie de corto tamaño, oriunda del Tíbet. Tiene sobre el lomo abundantes crines y su cola cubierta de largas cerdas como la del caballo. Con estas colas hacen los turcos los estandartes que sirven en su ejército para distinguir los mandos superiores.

Fig. 262. — Buey almizclero.

El *buey almizclero* vive en las partes más septentrionales de América, trepa á las rocas lo mismo que las cabras; es notable por tener los cuernos casi juntos en su base de-

lante de la frente (fig. 262) y por el fuerte olor de almizcle que exhala.

El *bisonte* de América (fig. 261) se parece mucho al uro, aunque tiene las piernas y la cola más cortas, el pelo más largo y algunas otras ligeras diferencias.

El género CARNERO (*Ovis*) se compone de rumiantes cuyos cuernos, organizados del mismo modo que los de los bueyes, se dirigen en su base hacia atrás y luego más ó menos hacia delante, en espiral: carecen de pelos ó *barba* bajo la barbilla y tienen frente convexa; por lo demás se diferancian poco de las cabras.

Una especie de este género, la *argali*, cuyo macho tiene grandes cuernos triangulares en la base, aplanados por delante y con aristas al través, parece que debe considerarse como el tronco de donde proceden todas las variedades de nuestros carneros domésticos. Este animal se encuentra en gran cantidad en el Kamtchatka, en todas las regiones montañosas del Asia central y en las más elevadas montañas de la Berbería, de Córcega y de Grecia.

El *carnero salvaje* (fig. 263), que se encuentra en Europa y África, difiere del argali en que nunca alcanza el tamaño de éste; la hembra tiene raramente cuernos, y cuando existen son muy pequeños. En esta especie de carneros hay unos de color negro por completo ó en parte y otros más ó menos blancos. Viven en rebaños.

Fig. 263. — Carnero salvaje (*Ovis*).

El *carnero doméstico* (*O. aries*), que cuando pequeño lleva el nombre de *cordero* y cuando es hembra *oveja*, es animal demasiado conocido para que sea necesario entrar en extensos de-

talles sobre sus costumbres y caracteres zoológicos. Críasele en rebaños numerosos para obtener su vellón que se esquila todos los años, y cuyos rizados pelos se llaman *lana*. La grasa de estos animales, blanca y quebradiza, se emplea en la fabricación de velas y otros usos, con sus intestinos se fabrican cuerdas, y sus excrementos, que dan un abono muy fuerte, contribuyen poderosamente á aumentar la fertilidad de los terrenos, empléandosele también en algunas regiones como combustible (en la campaña de Buenos Aires, por ejemplo). Las *ovejas merinas*, originarias y propias de España, son notables por lo sedosa de su lana. Antiguamente estaba prohibida su exportación de dicho país, pero en la actualidad se crían en Francia y en casi todas las partes de Europa. Los primeros merinos se introdujeron en Francia en 1776, por orden de Trudaine, intendente de hacienda; hay en día poseemos unos 500.000 sin contar los mestizos.

La esquila de los carneros se hace en Francia hacia el mes de mayo, cuando separando los mechones de lana se perciben las puntas de lana nueva. En ocasiones se lava la lana antes de esquilarla, pero ordinariamente se corta sucia, impregnada de un sudor graso llamado *suarda*, que la preserva de la polilla y otros insectos.

Las Cabras (*Capra*) (fig. 220) tienen los cuernos parecidos á los de los carneros, pero dirigidos hacia atrás, un mechón de pelos ó *barba* en la barbilla, y la frente cóncava. Todas las especies de este género son de Europa ó de Asia, y viven en manadas pebueñas en las montañas escarpadas, donde hacen uso de maravillosa agilidad.

La *cabra salvaje* (*C. ægranus*), de la que se cree procedan todas las variedades de nuestras cabras domésticas, vive en manadas en las montañas de Persia.

La *cabra ibex* es una especie de cabra salvaje que habita las cúspides de las altas montañas del antiguo mundo.

La *cabra doméstica* (*C. hircus*) es muy común en toda Europa, pues es animal de gran provecho y de mantenimiento barato. Parece que vive mejor en las montañas y peñas escarpadas que en los campos cultivados. Su alimento favorito consiste en botones de árboles tiernos. Es capaz de sufrir los mayores calores; las tempestades no la asustan y las lluvias no la incomodan. La leche de cabra es gorda y alimenticia; coagúlase en el estómago menos que la de vaca, y por consiguiente es de más fácil digestión.

Los Antílopes son animales de miembros muy delgados y de grandísima agilidad; no tienen como los cabras, carneros y bueyes, el eje óseo de los cuernos cruzado por conductos en comu-

nicación con los senos frontales. La gamusa (*A. rupicabra*) y la gacela (*A. dorcas*) pertenecen á este género.

La JIRAFA (fig. 164) se distingue de los demás rumiantes por la forma de su cuerpo y estructura de sus cuernos, que son cónicos y cubiertos de piel. Tiene como seis metros de alto y se alimenta principalmente con hojas. La única especie conocida vive en África.

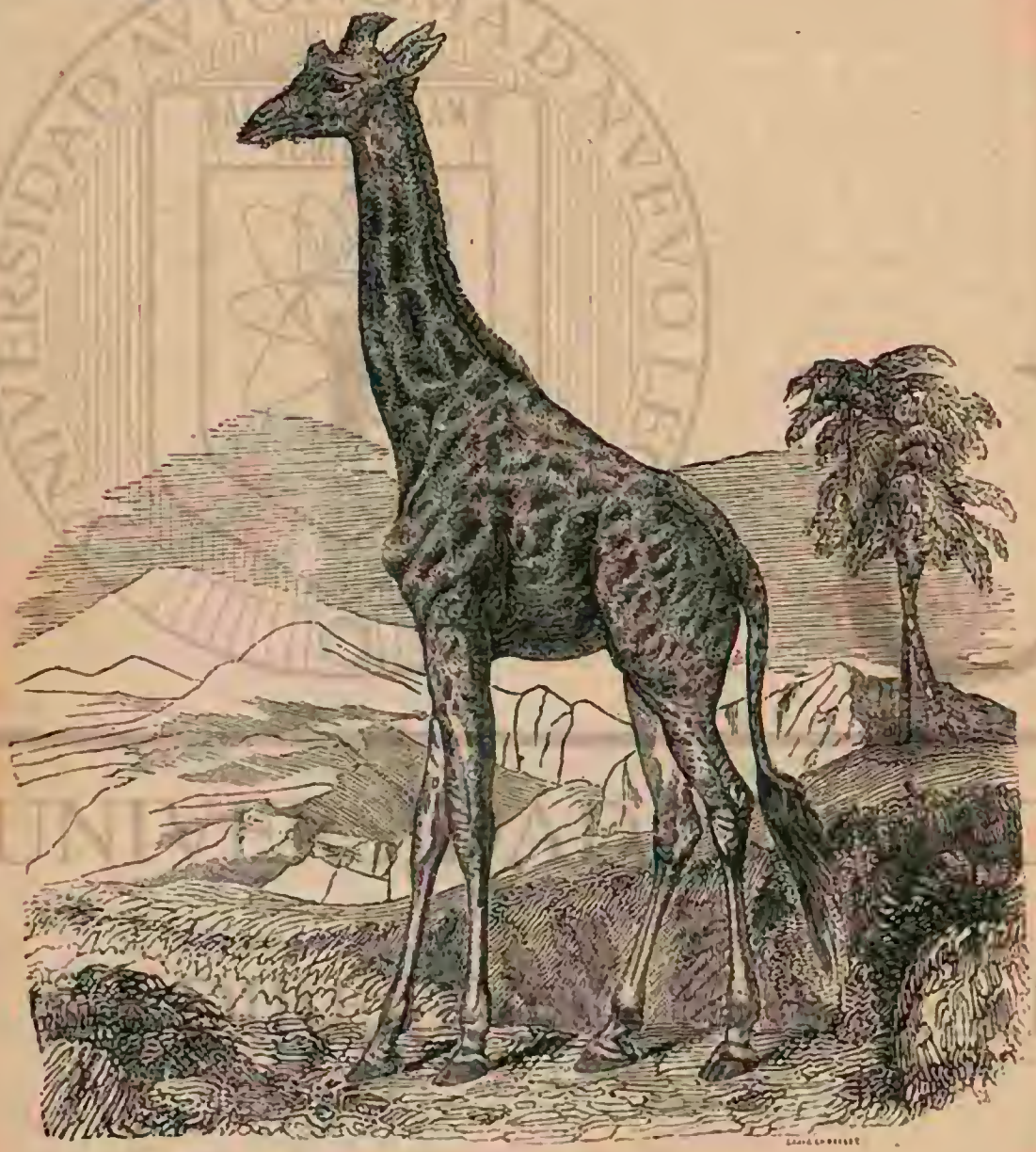


Fig. 264. — Jirafa (*Camelopardalis girafa*).

Los rumiantes del género CIERVO (*Cervus*) se distinguen de los demás mamíferos por la naturaleza de sus cuernos, que son óseos, sufren cambios periódicos y se llaman *madera de aire*.

Conócense muchas especies del género Ciervo: verbigracia, el ciervo ó venado (*C. cephalus*) (fig. 265), el gamo (*C. dama*), el corzo (*C. capreolus*) (fig. 260) y el rengífero (*C. tarandus*)

Fig. 265. — Ciervo (*C. cephalus*).

(fig. 266). Todos estos animales viven en los bosques y son ligeros en la carrera; tienen miembros largos y delgados, cuerpo esbelto y pelaje limpio y lustroso. Por lo general, son notables por la belleza y elegancia de sus formas. Ordinariamente mudan

Fig. 266. — Rengífero (*C. tarandus*).

los cuernos en la primavera, y las hembras carecen de ellos casi siempre.

El Almizclero (*Muschus*) es un rumiante que se pacece mucho á los ciervos, pero que carece de cuernos. Vive en las montañas del Asia central y produce la sustancia olorosa conocida con el nombre de *almizcle*.

§ 424. El orden de los Camélidos se compone de los rumiantes falangigrados, esto es, que marchan apoyándose en los dedos por entero y no sólo por los extremos de éstos como hacen los rumiantes comunes; debe también notarse que no tienen pata hendida. Los camélidos tienen el estómago aun máscomplicado que los animales últimamente citados y difieren de todos los demás mamíferos por la forma de los glóbulos de la sangre, que es elíptica en vez de ser circular. Este orden comprende los camellos y los llamas.

Los Camellos son notables por las enormes masas de tejido adiposo que tienen en el dorso (fig. 219), y por la estructura de las patas, admirablemente formadas para marchar sobre arena, tan común en las regiones habitadas por este animal: una lámina callosa y flexible une los dedos inferiores hasta cerca de la punta. La especie de una joroba se llama *dromedario* (*Camellus dromedarius*), y la de dos jorobas *camello* (*C. bactrianus*).

Estos animales son propios de las regiones cálidas del antiguo continente; son notables por su docilidad, facultad de soportar largos viajes, aunque vayan muy cargados, y sobre todo por su mucha sobriedad. Los camellos, sin los cuales tal vez no se atrería el hombre á atravesar los vastos arenales que se encuentran en Asia y en África, tienen la facultad de poder pasarse algunos días sin beber, á causa probablemente de las numerosísimas células que existen á los lados de su panza, en las cuales se acumula ó se produce de continuo agua. En Arabia y en los demás lugares en que se emplea el camello en diferentes usos, se mira como el más precioso de los animales. Su leche constituye parte considerable del alimento de sus amos; éstos se visten con tejidos de su pelo, que cae regularmente todos los años, y pueden, montados en ellos, huir con celeridad á grandes distancias.

§ 425. La sub-clase de los Mamíferos piscíformes no difiere de los mamíferos comunes por la estructura del cerebo ni por el modo de desarrollo, pero se distingue por la falta de patas posteriores, por la transformación de los miembros torácicos en aletas y por la existencia de una aleta caudal, que es horizontal en vez de ser vertical como la de los peces. Este grupo se compone de dos órdenes: los *Sirenios ó Cetáceos herbívoros*, y los *Cetáceos propiamente dichos ó Cetáceos carnívoros*.

§ 426. El orden de los cetáceos propiamente dichos se caracteriza por la posición de las aberturas externas de las fosas na-

sales, que las tienen en la frente. Este grupo comprende los Marsóplas ó Marsopas, Delfines, Cachalotes y Ballenas.

Las BALLENAS son enormes mamíferos pisciformes, cuya cabeza mide casi la tercera parte de su largo total, de boca grandísima, sin dientes y provista á los dos lados de la quijada superior de unos largos apéndices dispuestos como los dientes de un peine, que se denominan *ballenas* (fig. 27). Estos órganos, formados por una clase de cuerno fibroso y muy elástico, constituyen una especie de tamiz para retener los pequeños animales con que se nutren. Las fosas nasales de las ballenas presentan también una disposición particular, que, por lo demás, se observa en todos los cetáceos propiamente dichos, y que permite á estos animales lanzar chorros de agua que advierten á los navegantes su presencia. Absorben en su vasta cavidad bucal grandes volúmenes de agua junto con su presa; y asegúrase que, para echarla fuera sin dejar escapar al mismo tiempo el alimento, la pasan á las fosas nasales: el agua se reune en una bolsa especial, y los músculos que rodean esta especie de depó-

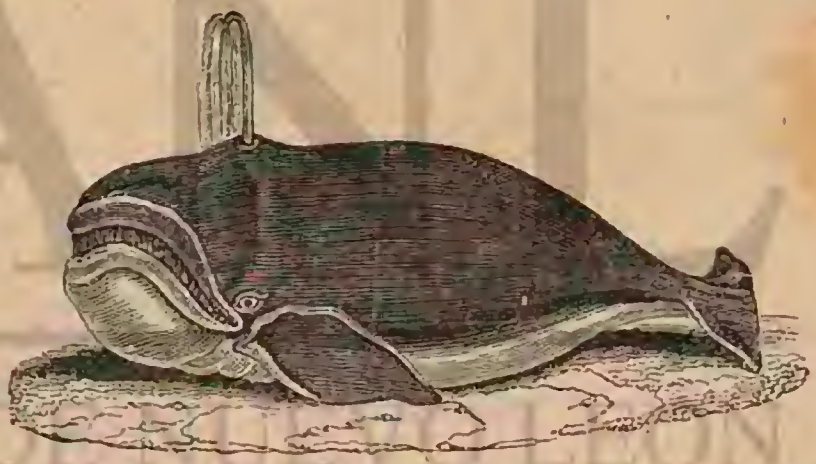


Fig. 267. — Ballena (*Balæna mysticetus*).

sito, al contraerse, la arrojan con violencia por las aberturas nasales situadas encima de la cabeza.

Al ver el gigantesco tamaño de las ballenas, podría creerse que estos animales devoran los peces mayores; mas sucede todo lo contrario, y la falta de dientes, estructura de las *ballenas* y debilidad de los músculos de su quijada no les permite ampararse sino de los más pequeños animales marinos; su alimento ordinario consiste en moluscos pequeños, crustáceos de algunos milímetros de largo y zoólitos de cuerpo blando como la gelatina: pero siendo inmensa la cantidad de estos animalillos, las ballenas no tienen, por decirlo así, sino abrir la boca para engullirlos

por millares. Por lo demás, son muy voraces y comen casi continuamente. El vapor de agua que se escapa de sus pulmones lo lanzan fuera por las aberturas nasales, y, al condensarse, forma encima de la cabeza un chorro elevado que cae en forma de fina lluvia. Las ballenas nadan con grandísima velocidad; careciendo de medios de defensa y embarazadas con la enorme masa de su cuerpo, no son capaces de evitar los ataques de enemigos robustos y ágiles, haciéndolas la conciencia de su debilidad bastante tímidas; en ocasiones, sin embargo, se ponen furiosas, y despliegan toda su fuerza para defenderse ó para escapar de sus perseguidores. Asegúrase que cuando da un zarpazo en el agua con la aleta caudal produce un ruido semejante á un cañonazo.

Conócense varias especies de ballenas. La más apreciada por los balleneros es la llamada *ballena franca* (*Balæna mysticetus*), caracterizada por no tener aleta dorsal; su tamaño no pasa de 25 metros. Antiguamente era muy común en nuestros mares, mas perseguida sin cesar por los balleneros se ha ido retirando poco á poco hacia el norte y no se encuentra hoy en día sino en los mares polares.

Los Cachalotes son cetáceos muy afines de las ballenas, pero que carecen de *ballenas* y tienen dientes en la quijada inferior La parte superior de la enorme cabeza de estos animales no consiste casi sino en grandes cavidades cubiertas y divididas por cartílagos, llenas de un aceite que se coagula por enfriamiento y se conoce con el nombre de *esperma ceti* ó *esperma de ballena*.

La pesca de la ballena y del cachalote es un ramo importante del comercio marítimo: ocupa cada año flotas enteras y sin duda es la escuela en que se forman marinos más arrojados y prácticos. Antiguamente se hallaba casi por entero entre las manos de los vascongados; pero desde hace mucho tiempo empezaron á abandonar tan lucrativa pesca, y hoy es casi del exclusivo dominio de ingleses y americanos del Norte. Los buques que en ella se emplean se dirigen unos al sur y otros al norte.

La pesca del norte tiene por objeto la ballena franca, que produce considerable cantidad de aceite y ballenas: efectúase en el estrecho de Davis y mares de Groenlandia entre enormes témpanos de hielo, que á veces se elevan sobre el mar como montañas flotantes y destrozan á los más fuertes buques que tengan la desgracia de recibir su choque. Cuando los pescadores perciben una ballena, lanzan las chalupas al mar y se dirigen en silencio hacia ella. Uno de ellos, más robusto y hábil que los otros, va de pie en la proa armado de un arpón, especie de tridente amarrado á una cuerda, y cuando se encuentra al alcance del animal se lo lanza. El arpón se introduce en el cuerpo del animal,

que, el sentirse herido, se sumerge inmediatamente con la rapidez del rayo, llevándose la cuerda que va desarrollándose en el fondo de la chalupa; pero no tarda en volver á la superficie por la necesidad de respirar, y entonces se le clava otro arpón. Atormentada por el dolor, hace la ballena esfuerzos increíbles para desprender los arpones que la destrozan, pero al fin, debilitada por el cansancio y la pérdida de sangre, no puede ya huir ni detenerse: entonces los pescadores la acercan tirando de las cuerdas de los arpones y la rematan á lanzasos; pero hasta que no esté muerta evitan con cuidado su terrible cola, pues un zarpazo de ella haría volar en pedazos la chalupa. Muerto el animal lo remolcan y amarran al costado del buque, y marineros con trajes de cuero y calzados con botas provistas de hierros á propósito, descienden sobre el cuerpo de él y lo despedazan en largas tiras de piel y carne, de las que por fusión se extrae el aceite; á veces alcanza á 120 toneladas el obtenido de una sola ballena.

La pesca llamada del sur se hace principalmente en el océano Pacífico y está dedicada con especialidad á los cachalotes, que dan mucho menos aceite que las ballenas y no tienen los apéndices de sustancia córnea del mismo nombre, pero producen cantidad considerable de esperma que se emplea en la fabricación de bujías, y además el marfil de sus dientes y el ámbar gris.

Los Delfines y Marsoplas (fig. 213) tienen, en proporción, la cabeza de menor tamaño que las ballenas, y dientes puntiagudos en las dos quijadas; son muy carnívoros.

§ 427. El orden de los Sirenios, ó cetáceos herbívoros, se compone de los mamíferos pisciformes que no tienen en la frente las aberturas exteriores de las fosas nasales. Comprende los Manatís y Dugongs.

§ 428. La división de los Mamíferos didelfos se distingue por muchos caracteres de gran importancia fisiológica. Por lo general nacen en estado muy imperfecto, y parece que, durante su vida embrionaria, no se alimentan de una placenta, como sucede á los mamíferos comunes. El cerebro es menos perfecto que en la división precedente y carece de mesolobo ó cuerpo calloso. Finalmente, en estos animales existen siempre dos barras óseas, llamadas *huesos mursapiales*, que, fijados por su extremidad posterior por delante de la pelvis, se dirigen por entre los músculos del bajo vientre y sirven para sostener las paredes de esta cavidad visceral (fig. 225).

Este grupo se compone de dos órdenes: *Mursapiales* y *Monotremas*.

§ 429. El orden de los Mursapiales se caracteriza principalmente por la existencia de una suerte de bolsa destinada á

alojar los hijos durante los primeros dias que siguen á su nacimiento. Esta bolsa está formada por dos pliegues de la piel

Fig. 268. — Kanguro (*Macropus*).

del vientre, y encierra las mamas á cuyos pezones fija la madre los pequeñuelos; éstos, que llegan á dicha cavidad en estado de

Fig. 269. — Ornitorinco (*Ornithorhynchus*).

imperfección extrema, concluyen allí su desarrollo (fig. 214). El régimen de los marsupiales varía mucho: los hay carnívoros, in-

sectívoros, herbívoros, y se encuentran algunos cuya estructura se parece á los roedores de los mamíferos comunes. Debe también observarse que casi todos estos animales pertenecen á Nueva Holanda. Las Sarigas (fig. 214), Falangistas y Kanguros (fig. 268) son los principales representantes de este singular grupo.

§ 430. En conclusión, el ORDEN DE LOS MONOTREMAS parece que establece el paso de los mamíferos á los vertebrados ovíparos. El intestino, en vez de abrirse directamente al exterior, como en los mamíferos comunes, desemboca en una cloaca común, del mismo modo que en las aves; el aparato de la reproducción presenta igualmente grandes anomalías, y el sistema dentario es rudimentario; en ocasiones se hallan provistas las quijadas de láminas córneas que les hace parecerse á un pico de pato. Sólo se conocen dos géneros organizados de este modo, los Ornitorincos (fig. 269) y los Equidnos.

VERTEBRADOS ALANTOÍDEOS OVÍPAROS.

§ 431. Los vertebrados alantoídeos que, en vez de nacer vivos como los mamíferos y de hallarse como éstos provistos de mamas, proceden de huevos, tienen entre sí muchas analogías anatómicas y se distinguen fácilmente de los mamíferos por la conformación de la cabeza. Su quijada inferior no se articula directamente con el cráneo y se encuentra suspendida á la extremidad de un par de huesos intermediarios llamados *huesos cuadrados* ó *huesos timpánicos* (fig. 271). Debe tenerse presente que el encéfalo de estos animales, como el de los vertebrados branquiales, carece de cuerpo calloso y puente de Varole. Este grupo natural se compone de aves y reptiles.

CLASE DE LAS AVES.

§ 432. La clase de las AVES, que comprende todos los animales de esqueleto interior mejor organizado para el vuelo, es una de las divisiones del reino animal mejor caracterizada, ya se considere sólo la configuración exterior de dichos animales, ya se observen exclusivamente las particularidades de su estructura interior ó la manera como se ejecutan sus funciones. Para definir este grupo, bastaría decir que las aves son *animales vertebrados ovíparos, de circulación doble y completa*. Mas, para dar

idea exacta de sus principales caracteres, es preciso añadir que *la respiración de las aves es aérea y doble*, es decir, que en vez de efectuarse sólo en los pulmones, como la de los mamíferos y reptiles, se opera al mismo tiempo en estos órganos y en el interior de diversas partes del cuerpo; que *su sangre es caliente* como la de los mamíferos; en fin, que *sus miembros anteriores tienen forma de alas*, y que *tienen la piel cubierta de plumas*.

La conformación de estos animales varía poco y está en relación con el modo de locomoción á que están destinados. Jamás llegan á un gran tamaño, y la presencia de considerable cantidad de aire en el interior del cuerpo los hace muy ligeros.

§ 433. Las plumas que cubren todo el cuerpo de las aves son producciones muy análogas á los pelos de los mamíferos, pero de estructura más complicada. Puédese, por lo general, distinguir en ellas un tubo córneo ó *cañón*, que ocupa la parte inferior, con un agujerito en su extremidad; un *tallo*, que sigue al cañón; y *barbas*, que nacen de los lados del referido tallo provistas de bárbulas, que á su vez parecen tener en ocasiones pequeñísimos apéndices en sus bordes.

El órgano secretorio destinado á formar la pluma se llama *cápsula* y adquiere á veces longitud considerable. Según las observaciones de Federico Cuvier, parece que la cápsula crece durante todo el tiempo de desarrollo de la pluma, y que á medida que su base se alarga, su extremidad muere y se seca así que ha formado la parte correspondiente de dicho apéndice. Cada uno de estos aparatitos se compone de un estuche cilíndrico, revestido su interior por dos túnicas unidas por tabiques oblicuos, y de un bulbo central. La sustancia de la pluma se desarrolla en la superficie del bulbo, y, para formar las barbas, se amolda de cierta manera en los espacios que dejan entre sí los tabiquillos que acabamos de citar. En la porción que corresponde al tallo, el bulbo está unido á la superficie inferior de éste, y muere; pero donde el tronco de la pluma es tubular, la lámina de materia córnea que el órgano secretorio produce la envuelve completamente. No obstante, cuando el bulbo ha desempeñado sus funciones, se seca y forma al contraerse una serie de conos membranosos metidos unos en otros, que llenan el interior del cañón, y se llaman *alma de la pluma*.

La pluma nueva se halla al principio encerrada en el estuche de su cápsula, que á menudo sale algunas pulgadas por fuera de la piel, y se destruye poco á poco. Entonces se presenta la pluma descubierta, y las barbas, arrolladas al principio, se extienden lateralmente; la extremidad del cañón queda implantada en la

dermis, pero por lo general se desprende de ella fácilmente, y, en cierta época, cae para dejar su sitio á una pluma nueva. Esta renovación de las plumas, que se llama *muda*, se efectúa por lo general cada año después de la época de la *puesta*, y ocurre á veces dos veces en el mismo año, en otoño y primavera; sucede más temprano en los individuos viejos que en los jóvenes, siendo para el ave un período de enfermedad durante el cual pierde la voz.

La forma de estos apéndices tegumentarios varía mucho. Conócense que carecen de barbas y que se parecen á púas de puerco espín: el ala de casoar (fig. 270) presenta cuatro ó cinco de ellas; otras cuyas barbas son tiesas y con bárbulas que se enganchan entre sí formando una gran lámina impenetrable al aire, como las que tienen las alas del águila y del cuervo; otras aún, cuyas barbas y bárbulas son largas, flexibles, sueltas, lo que les da ligereza y suavidad extremadas, como las de la cola y alas del avestruz; finalmente, existen parecidas á un simple vello: algunas de las de ciertas cigüeñas conocidas con el nombre de *marabús* son de esta manera. Sus colores varían muchísimo, y á menudo son superiores en belleza y brillo á los de las flores ó piedras más hermosas. En general, las hembras tienen plumaje menos rico que el de los machos, y es raro que el ave joven presente los colores que ha de conservar toda su vida; con frecuencia cambian en dos ó tres años seguidos, y algunas veces tiene el adulto un plumaje de verano del todo diferente al que lleva en invierno. En fin, debe también observarse que, en las aves acuáticas, se hallan las plumas impregnadas de una materia grasa que las hace impermeables al agua, circunstancia que les permite preservar la piel del animal del contacto del líquido en el cual se halla en parte sumergido.

Fig. 270. — Casoar (*Casuarius galeatus*).

§ 434. El esqueleto que determina la forma general de las aves, y que es á la vez una de las partes más importantes del aparato del movimiento, se compone casi de las mismas piezas que en los mamíferos; mas la forma y disposición de muchos de sus huesos son diferentes, y, en igualdad de volumen, son también más ligeros, pues la mayor parte de ellos están cruzados de numerosas celdillas llenas de aire.

La cabeza de las aves (fig. 271) es, en general, pequeña. Cuando son muy jóvenes se compone el cráneo de los mismos huesos que el de los mamíferos (á saber: dos frontales, dos parietales, un occipital, dos temporales, un esfenoide y un etmoides); pero todas estas partes no tardan en soldarse y desde muy temprano dejan de ser reconocibles. La mayor parte de la cara está formada por las quijadas, que son muy prolongadas y que, siendo destinadas á constituir el principal órgano de prehensión, varían mucho en tamaño y forma, según la naturaleza de los objetos que el ave misma tenga necesidad de asir. La mandíbula superior se une á la frente conservando cierta movilidad; y, lo mismo que en los reptiles y vertebrados branquiales, la quijada inferior, en lugar de articularse directamente con el cráneo con un cóndilo saliente, como en los mamíferos, se halla colgada de un hueso movible, llamado *hueso timpánico* ó *hueso cuadrado*,

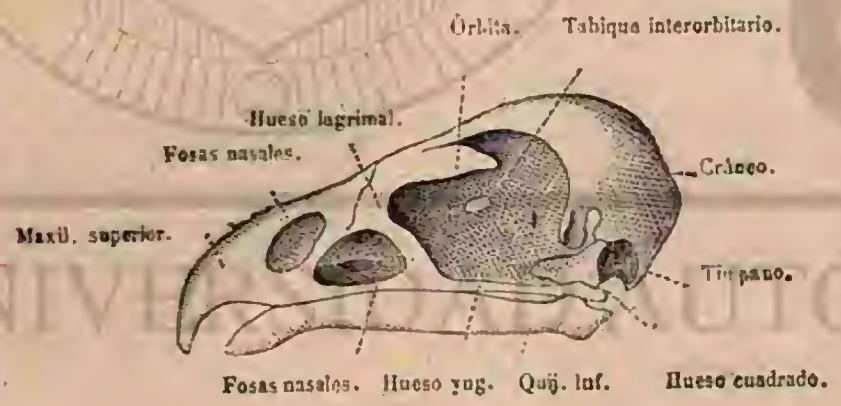


Fig. 271. — Calavera de águila.

análogo á una porción del temporal desprendida de cierto modo del peñasco, al cual se halla soldado en la clase precedente. Debe observarse también que cada una de las ramas de dicha quijada está compuesta de dos piezas, en vez de hallarse formada por un hueso solo, y que se articula con el hueso timpánico por medio de un hoyillo.

La articulación de la cabeza con la columna vertebral permite movimientos más extensos que en los mamíferos; pues se efectúa

por un cóndilo solo, especie de quicio semiesférico, situado en la línea media del cuerpo, por debajo del gran agujero occipital, é introducido en un hoyillo correspondiente del atlas.

El pescuezo de las aves es por lo general mucho más largo y movible que el de la mayor parte de los mamíferos. Como el pico es casi siempre el único órgano de prehensión con que cogen su

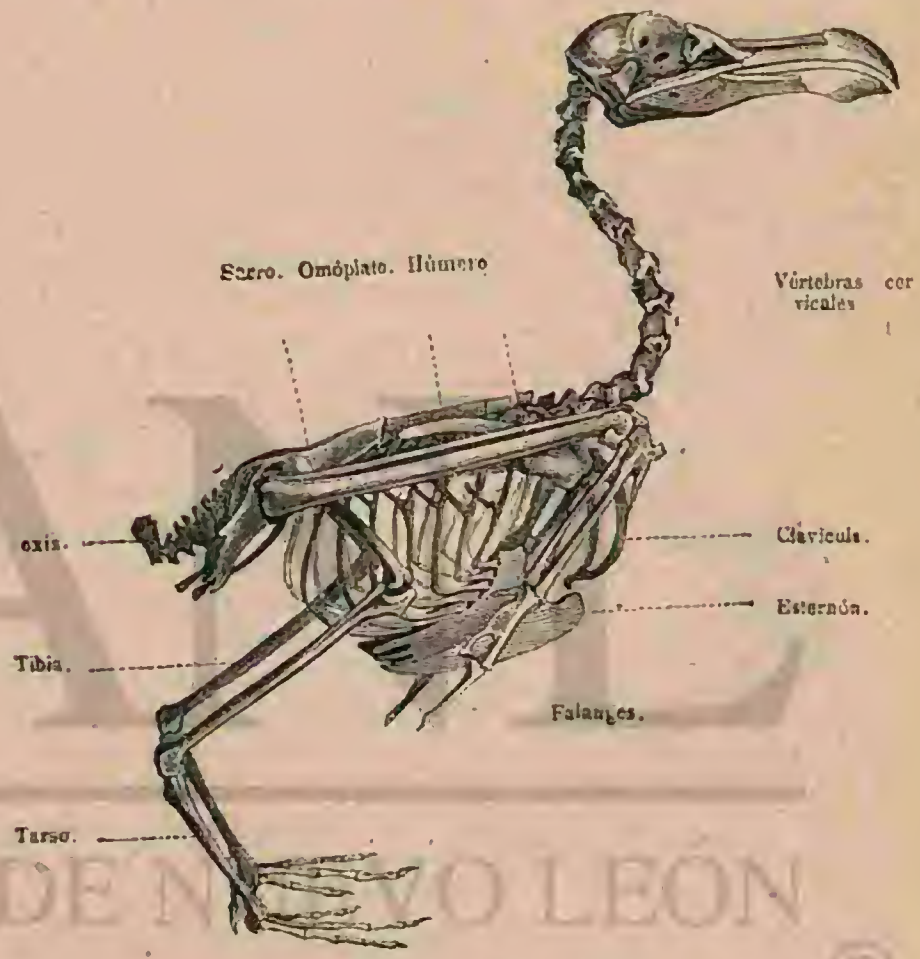


Fig. 272.—Esqueleto de gaviota (*Larus*).

alimento del suelo, la porción cervical de la columna vertebral (fig. 272) es tanto más larga cuanto más altas sean las patas de estos animales; y cuando son esencialmente nadadores (como el cisne) y deben meter la cabeza en el agua para ampararse de su presa, la longitud del cuello pasa en muchos casos de la altura de su tronco. El número de vértebras del pescuezo varía mucho, según las especies: ordinariamente tiene de doce á quince; pero algunas veces no se cuentan tantas, y otras existen más de veinte (en el cisne, verbigracia). Éstas son muy movibles, y, por la

naturaleza de sus superficies articulares[1], toma el pescuezo la forma de una S, acortándose ó alargándose según sean más ó menos pronunciadas sus curvas. Esta disposición es notable principalmente en las aves de ribera, tales como en las cigüeñas, que, para coger su presa, tienen necesidad de dirigir su pico con mucha rapidez á distancia considerable. La acción de los músculos destinados á mover esta parte se halla también facilitada por la existencia de apófisis numerosos que sirven para su inserción.

En casi todas las aves, las vértebras del dorso son, al contrario, completamente inmóviles; compréndese bien la necesidad de esta disposición en los animales conformados para el vuelo, porque esta porción de la columna espinal, que sirve para sostener las costillas y da por consiguiente un punto de apoyo á las alas, debe tener gran solidez. Por lo general, se hallan estas vértebras soldadas unas á otras; pero en las aves que no vuelan, como el casoar y el avestruz (fig. 182), conservan su movilidad. Las vértebras lumbares y sacras se reunen todas en un hueso solo, que tiene los mismos usos que el sacro del hombre. En fin, las vértebras coxigias son pequeñas y movibles; la última, que sostiene las largas plumas de la cola es ordinariamente mayor que las demás y con una cresta saliente (fig. 272).

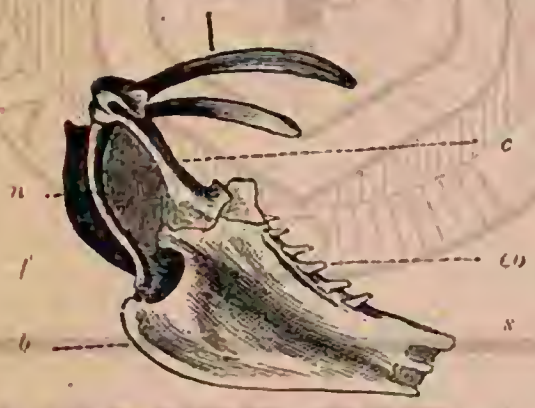


Fig. 273. — Huesos del hombro y esternón[2].

§ 435. Las *costillas* de las aves presentan también algunas particularidades de estructura que tienden igualmente á dar solidez al tórax. El cartílago que, en los mamíferos, las fija al esternón, se halla reemplazado en las aves por un hueso; y cada una de ellas tiene al medio un apófi-

---

[1] Estas superficies articulares son cóncavas en un sentido y convexas en otro, de manera que se encajan mutuamente. En la parte superior del pescuezo permiten libremente la flexión hacia delante, mientras que en la parte media, se hallan, al contrario, dispuestas de modo que no permiten sino la inclinación hacia atrás; en fin, en la base del pescuezo cambian otra vez de estructura y se vuelven apropiadas para los movimientos de flexión hacia el frente.

[2] *s*, esternón; — *c*, escotadura del esternón; — *co*, origen de las costillas esternales; — *b*, caballete; — *f*, horquilla ó clavículas soldadas; — *c*, hueso coracoides; — *o*, omóplato; — *m*, membrana fibrosa que se extiende de la horquilla al esternón

sis plano que se dirige oblicuamente hacia atrás por encima de la costilla siguiente, de modo que todos estos huesos se apoyan unos en otros.

Pero la parte más notable del armazón óseo del tórax es el esternón (fig. 273), que sirviendo de punto de inserción á los músculos del vuelo, alcanza en las aves grandísimo desarrollo y constituye un escudo convexo, y ordinariamente cuadrado, que cubre el tórax y gran parte del abdomen. En el casoar y el avestruz (fig. 181), que no pueden elevarse en el aire y que no tienen sino alas rudimentarias, no presenta el esternón cresta en su faz externa; mas en las otras aves se nota una especie de lámina saliente longitudinal, llamada *caballete* (*b*, fig. 273), que sirve para dar mayor fuerza á los músculos depresores del ala.

§ 436. Los huesos del hombro se hallan también dispuestos para favorecer la fuerza de las alas. El omóplato (*o*) es estrecho, pero muy largo en sentido paralelo á la espina dorsal, y se apoya en el esternón no sólo por intermedio de la clavícula ú horquilla (*f*), sino también por medio de otro hueso que desempeña las funciones de segunda clavícula, y que se llama *hueso coracoides* (*c*), porque es análogo al apófisis coracoides del omóplato humano. Las clavículas de los dos lados se sueldan casi siempre por su extremidad anterior en forma de V, cuya vértice se dirige hacia abajo y se fija en el caballete. Los huesos coracoides constituyen arbotantes que, con la horquilla, mantienen los hombros separados y presentan al húmero un punto de apoyo tanto más sólido cuanto más volador sea el animal. En las aves que vuelan poco ó nada, las clavículas no presentan, al contrario, sino poco desarrollo. Así, en ciertos loros terrestres de Australia, están estos huesos reducidos á estado completamente rudimentario; en los casoares y ñandús, no se hallan representados sino por pequeñas varillas; en el avestruz y los tucanes, llegan casi al esternón, pero no se sueldan inferiormente; en conclusión, en algunos buhos están unidos por un cartílago, mientras que en las aves ordinarias es completa su soldadura, y á veces hasta se apoyan directamente en el esternón, por un prolongamiento medio que nace de esta soldadura.

Los miembros anteriores de las aves jamás sirven para la marcha, prehensión ni tacto, sino que forman especies de remos de mucha superficie, llamados *alas*. Al hablar de los murciélagos, hemos visto un ejemplo de la transformación de los miembros torácicos en órganos de locomoción aérea. En estos animales, lo que sirve para batir el aire es un repliegue de la piel, y para sostener ésta toman los dedos una longitud considerable. Pero, en las aves, son estos anchos remos de otra clase: hállanse forma-

dos de plumas tiesas que no tienen necesidad de hallarse implantadas sino por su base, y la mano, por consiguiente, no presenta divisiones digitales que, sin ser de ninguna utilidad, perjudicarían á su solidez; tiene la forma de una especie de muñón plano y casi inmóvil (fig. 272). La conformación del brazo y del antebrazo difiere poco de las mismas partes en el hombre; el húmero nada presenta de particular; el radio y el cúbito no pueden girar el uno sobre el otro, y son, por lo general, tanto más largos cuanto más poderoso sea el vuelo. El carpo se compone de dos huesecillos colocados en la misma línea y seguidos del metacarpo, que presenta dos ramas soldadas por sus extremidades; por el lado radial de la base de esta última parte de la mano, se inserta un pulgar rudimentario; finalmente, en su extremidad se encuentra un dedo medio compuesto de dos falanges, y un pequeño apéndice que representa un dedo externo.

§ 437. Las pennas ó plumas grandes de las alas se llaman *rémigas* ó *remeras*, y de su longitud, más aún que de la del hueso del brazo, del antebrazo ó de la mano, depende la extensión de las alas y la fuerza del vuelo. Cada vez que el ave quiere batir el aire, levanta el húmero, y con él el ala todavía plegada; luego la despliega extendiendo el antebrazo, lo mismo que la mano, y la baja rápidamente: el aire, que resiste este movimiento, le da entonces un punto de apoyo sobre el cual se eleva: de esta suerte se lanza como un proyectil, y una vez dada la impulsión á su cuerpo, inclina el ala para disminuir tanto como es posible la nueva resistencia que el medio ambiente opone á su carrera. Esta resistencia y la gravitación, que tiende á hacer caer todo cuerpo hacia el centro de la tierra, disminuye gradualmente la velocidad que el ave ha adquirido al batir el aire, y si no hace nuevos movimientos no tarda en descender; pero si, antes de que la velocidad adquirida por el primer golpe de las alas disminuya, da un segundo, añadirá nueva velocidad á la que aun tenía, y adelantará con un movimiento acelerado, circunstancia que le permite cernerse empleando sus alas á modo de una cometa.

Fig. 274. — Ala de halcón[1].

[1] *a*, rémigas primarias, ó pennas de la mano; — *b*, rémigas secundarias ó pennas del antebrazo; — *d*, pennas bastardas, ó pennas del pulgar.

Mientras el ave se halla suspendida en el aire, soportan las alas todo el peso de su cuerpo; y para que pueda conservar el equilibrio en esta posición es necesario que su centro de gravedad (§ 285) se halle casi bajo los hombros y lo más bajo posible: por esto, durante el vuelo, lleva por lo general su cabeza adelante tendiendo el pescuezo, y su tronco en vez de estar estirado como el de los mamíferos, se halla siempre encogido y oval.

Es evidente que la resistencia del aire es tanto mayor cuanto más considerable sea la masa de dicho fluido batida á la vez por las alas, y por consiguiente que, cuanto más extendidas están las alas, más grande será también, en igualdad de circunstancias, la velocidad adquirida por la bajada de ellas; de lo cual resulta que no sólo podrán las aves de largas alas volar más rápidamente que las de alas cortas, sino que también podrán sostenerse más tiempo en el aire, pues no necesitan repetir con tanta frecuencia los movimientos de dichos órganos, y, por consiguiente, no se cansarán tan pronto. En efecto, todas las aves notables por su vuelo rápido y sostenido tienen grandes alas, mientras que las de

Fig. 275. — Fragata (*Tachypetes*).

alas cortas ó medianas, en comparación con el volumen del cuerpo, vuelan con mucha menos velocidad y están obligadas á reposos más frecuentes.

Entre las aves notables por lo poderoso de su vuelo, citaremos el cóndor y las fragatas (fig. 275). El cóndor ó gran buitre de los Andes (*Sarcorhamphus gryphus*) tiene más de cuatro me-

tros de envergadura, y se eleva más que ninguna otra ave: vésele tan luego á orillas del mar como cerniéndose encima del Chimborazo, esto es, á un nivel de cerca de 7,000 metros sobre el primer punto. Su habitación ordinaria es sobre la cresta de las rocas de la cordillera de los Andes, inmediatamente por debajo del límite de las nieves perpetuas, á una altura de 3,300 á 4,400 metros sobre el nivel del mar. De aquellos peñascos escarpados desciende á los valles y llanuras en busca de su alimento, que consiste principalmente en cadáveres de mamíferos grandes; hasta se dice que, reunidos varios de estos enormes buitres, pueden matar fácilmente bueyes, y que tienen bastante fuerza para levantar entre sus garras carneros y llamas y llevarlos de este modo hasta la cima del Chimborazo y de las demás montañas elevadísimas de la cordillera de los Andes. Las fragatas ó rabihorcados, que tienen las alas aún más largas en proporción con su tamaño, y que habitan los mares tropicales, tienen tan poderoso vuelo, que pueden alejarse de tierra á distancias enormes.

Para elevarse verticalmente, es necesario que las alas del ave se hallen enteramente horizontales; pero no sucede así de ordinario; por lo general se hallan inclinadas de adelante atrás, de modo que imprimen al animal un movimiento ascensional oblicuo; algunas veces es tal esta inclinación, que, para ascender casi verticalmente en la atmósfera, se halla obligado el animal á volar contra el viento. La longitud relativa de las rémigas influye en la facilidad con que puede elevarse en aire tranquilo: las aves cuyas rémigas anteriores son más largas y más resistentes en su extremidad, tienen vuelo más oblicuo que las que tienen el ala truncada en el extremo.

Fig. 276. — Ala de gavilan.

Por esto los halcones, que tienen las alas puntiagudas (fig. 274), no pueden elevarse sino en zigzag, como un buque que bordea, á bien volando contra el viento; mientras que los gavilanes, águilas y demás aves de rapiña, llamadas innobles, que tienen

[1] *a*, *a*, rémigas primarias; — *b*, rémigas secundarias.

las alas truncadas en el extremo (fig. 276), pueden elevarse verticalmente.

Cuando un ave quiere elevarse desde el suelo, toma su primer impulso saltando y desplegando las alas de modo que pueda batir el aire antes de caer á tierra: las que tienen las alas muy largas tienen necesidad de más espacio para bajarlas; de lo cual resulta que, si sus miembros son á la vez muy cortos para permitirles saltar alto, difícilmente pueden coger el vuelo.

Las pennas de la cola, que se llaman *rectrices* ó *timoneras*, sirven á las aves para dirigir su vuelo: despliéganlas y las levantan y bajan como un timón, para aumentar ó disminuir la oblicuidad de su marcha, é, inclinándolas, se ayudan también cuando quieren cambiar la dirección.

§ 438. Cuando el ave estaciona sólo la sostienen sus miembros posteriores; es pues un animal realmente bípedo, y, como tal, debe tener la pelvis ancha y sólidamente unida á la columna vertebral.

Los huesos de las ancas, en efecto, se hallan extremadamente desarrollados en las aves, y forman una sola pieza con las vértebras sacras y lumbares (fig. 272). En general se halla este anillo óseo incompleto por delante; los pubis no se unen, y la porción isquiática, en vez de hallarse separada del sacro por una ancha escotadura, se suelda á este hueso por su parte posterior, y transforma la escotadura en un agujero. El hueso del muslo es corto y recto, y la pierna se compone, como en la mayor parte de los mamíferos, de tibia, peroné y rótula; sólo que el peroné se suelda á la primera antes de llegar á su parte inferior. Un solo hueso, que sigue á la pierna, representa el tarso y el metatarso, y sostiene los dedos, que son ordinariamente cuatro en su extremidad inferior; mas algunas veces el dedo externo, ó el interno que se designa con el nombre de pulgar, ó hasta ambos á dos, no existen, de manera que sólo quedan tres, ó solamente dos (figura 181). El número de las falanges va casi siempre aumentando regularmente desde dos hasta cinco, del pulgar al dedo externo, que es el que más tiene siempre. En conclusión, de dichos cuatro dedos, sólo tres se dirigen de ordinario hacia adelante, mientras que el pulgar sale hacia atrás; algunas veces se dirige también hacia atrás el dedo externo, sien-

Fig. 277. — Picamaderos (*Picus major*).

do esta disposición notable sobre todo en las aves trepadoras, tales como los loros, tucanes y picas ó picamaderos (fig. 277).

Acabamos de decir que, durante el vuelo, debe encontrarse en los hombros el centro de gravedad del cuerpo de las aves; para que éste guarde equilibrio sobre las patas, que están situadas en la parte trasera del tronco, es necesario que dichos miembros puedan plegarse bastante hacia delante y que los dedos sean bastante largos para adelantarse más allá del punto en el cual cayese una línea vertical que pasara por el centro de gravedad; ó bien que el centro mismo pasara más atrás, á fin de encontrarse encima de la base de sustentación. Esto explica la ventaja de la gran flexión del muslo y de la oblicuidad del tarso con relación á la pierna: cuando el pie es grande y el pescuezo puede llevar la cabeza hacia atrás, el equilibrio se establece de este modo, sin que el cuerpo se aleje mucho de la posiciónh orizontal (fig. 278); pero

Fig. 278. — Ibis (*I. religiosus*)

Fig. 279. — Pajaro bobo (*Aptenodytes*)

cuando el pescuezo es corto, la cabeza grande y los dedos de tamaño mediano, necesita tomar el animal, durante la estación ó la marcha, posición casi vertical (fig. 279). Para conservar más fácilmente el equilibrio colocan las aves por lo general la cabeza bajo las alas cuando duermen posadas en una sola pata (fig. 289). En muchos de estos animales, hace esta posición singularmente cómoda una particularidad en la estructura de la articulación de la rodilla. En el hombre y la mayor parte de los animales, los miembros se doblan bajo el peso del cuerpo desde que sus músculos extensores cesan de contraerse, y la necesidad de la contracción permanente de dichos órganos es lo que hace tan

cansada la estación; pero en las cigüeñas y demás aves de patas largas no sucede así: la extremidad inferior del fémur presenta una cavidad donde se encaja, durante la extensión del miembro, una saliente de la tibia, la cual no puede salir de allí sino por un esfuerzo muscular; la pata, una vez derecha, queda por consi-

Fig. 280. — Aguila real *(Aquila chrysaëtos)*.

guiente extendida, sin que el animal tenga necesidad de contraer los músculos y sin que de ello resulte ningún cansancio.

Siempre es más difícil á un ave tomar el vuelo cuando se halla en el suelo que cuando puede lanzarse de un punto elevado: ya hemos visto la razón de esto, y sabido es que la mayor parte de los referidos animales se posan con bastante más frecuencia en perchas ó ramas que en el suelo. Para mantenerse en equilibrio en una rama necesitan rodearla con los dedos y sujetarla mucho; si para esto les fuese necesario desplegar considerable fuerza muscular, sería muy cansada semejante posición. Pero en este caso también un sencillísimo mecanismo hace casi inútil todo esfuerzo y permite á las aves asir bien la rama que las sostiene, hasta cuando duermen: los músculos flexores de los dedos pasan por encima de las articulaciones de la rodilla y del talón, de modo que cuando éstas se doblan tiran necesariamente de los tendones de dichos músculos y hacen doblar los dedos; el peso del cuerpo,

al doblar los muslos y los piernas. determina pues este movimiento, y de él resulta que el animal apreta, sin ejercer ningún esfuerzo, la rama ó percha en que se halla posado.

Existen diferencias bastante notables en la conformación de las patas, según el género de vida á que las aves están destinadas. Las aves dotadas de la facultad de marchar con gran velocidad, tienen las patas no solamente robustas sino también muy largas, y el pie pequeño comparativamente. En el casoar (fig. 270) y el avestruz (fig. 281), cuya carrera es tan rápida como la del caballo, es muy notable esta disposición, y también se observa en el halcón serpentario, que marcha á largos pasos persiguiendo las serpientes, que constituyen su principal alimento. En el águila (fig. 280), el halcón, el buitre, etc., son igualmente estos órganos robustos, pero cortos, y los dedos tienen grandes uñas ganchudas y afiladas que les permiten sujetar su presa, ya para desgarrarla en el mismo sitio ó para llevársela. En las aves organizadas para vivir en las riberas y buscar en ellas y aguas de poco fondo los gusanos y peces con que se alimentan, son las patas delgadas, larguísimas, y limpias hasta por encima de la rodilla (fig. 282), disposición que es muy favorable á su género de existencia y que ha valido á las aves de ribera el epíteto de *zancudas*. En fin,

Fig. 281. — Avestruz (*Struthio camelus*). Fig. 282. — Zancudo (*Hemantopus*).

las especies destinadas á vivir en aguas de más fondo tienen las patas *palmeadas*, es decir transformadas en aletas por la adición

de una membrana que se extiende de dedo á dedo sin impedir á éstos el separarse, carácter que se encuentra en los ánades ó patos (fig. 283), cisnes y muchas otras aves acuáticas.

§ 439. La sensibilidad táctil se halla poco desarrollada en las aves; las plumas que cubren toda la superficie de su cuerpo oponen grandes obstáculos al ejercicio de esta facultad, y el modo de conformación de los órganos de prehensión le es igualmente desfavorable. El gusto es más ó menos escaso en estos animales; su lengua (fig. 296) es, en general, cartilaginosa y carece de papilas nerviosas; parece casi siempre que tragan los alimentos sin gustarlos. El aparato del olfato es más perfecto, sin que sin embargo presente todo el desarrollo que se encuentra en la clase de los mamíferos. Las fosas nasales están situadas en la base de la mandíbula superior (fig. 271) y no comunican con senos; su superficie se halla entapizada por una membrana pituitaria muy vascular y aumentada con tres láminas cartilaginosas (ó *conchas*) arrolladas y aplicadas á su pared. Finalmente, las aberturas posteriores se unen hacia la mitad de la bóveda del paladar, formando una hendidura longitudinal. Las aves carnívoras, sobre todo las que se

Fig. 283. — Ánade (*Anas niger*).

alimentan con carroña, tienen el aparato del olfato más desarro-

llado que las aves granívoras ó insectívoras; y la mayor parte de los autores aseguran que, en las primeras, es tal la delicadeza de dicho sentido, que les permite descubrir su presa aun cuando se hallen á distancias enormes de ella; mas los experimentos de algunos ornitólogos tienden á probar que, en estos animales, se halla poco desarrollado el olfato y que la vista es la que los guía casi únicamente.

El aparato del oído es menos complicado que en los mamíferos; las aves carecen de pabellón de la oreja, y el conducto auricular no consiste sino en un tubo membranoso situado entre el hueso timpánico y una parte saliente del occipital.

En cambio el aparato de la vista parece que es más perfecto que en la clase precedente: los ojos de las aves son mayores con relación al volumen de la cabeza y se encuentran en él partes de que carecen en la clase citada. La retina es muy gruesa y de ella parte una membrana negra doblada á modo de abanico ó de bolsa, que se adelanta hacia el cristalino. Los fisiólogos no se hallan de acuerdo sobre la naturaleza de este apéndice llamado *peine*, que parece una dependencia de la coroides. La pupila es siempre redonda, el iris muy contráctil, la córnea transparente grande y convexa, y la esclerótica se halla reforzada por delante con un círculo de placas óseas alojadas en su espesor. El aparato palpebral se compone de los párpados horizontales, de los cuales es mayor y más movible el interior, y de otro tercer párpado vertical y semitransparente, que ocupa el ángulo interno del ojo y puede cubrir toda la superficie de este órgano. En fin tienen siempre glándulas lagrimales.

En algunas aves es enorme el alcance de la vista; conócense que, elevadas en el aire á alturas tan desmesuradas que á pesar de su volumen apenas las percibimos, distinguen claramente los pequeños animales con que se nutren y caen sobre ellos sin la menor indecisión. En estas aves es el cristalino mucho menos convexo y menos denso que en las que se alejan poco de la superficie de la tierra: y parece que el ojo puede adaptarse á estas grandes diferencias de alcance en la visión por medio de contracciones de los músculos motores que, obrando en el círculo óseo de la esclerótica, comprime los humores que llenan el órgano, determinando así la distensión de la córnea y aumentando por consiguiente la curvatura de ella cuando el animal tiene necesidad de volverse momentáneamente casi miope para distinguir con claridad los objetos muy cercanos.

El sistema nervioso que preside las funciones, cuyos órganos nos han ocupado, presenta también en su estructura particularidades notables. El encéfalo es menos desarrollado que en los ma-

míferos: los hemisferios cerebrales (fig. 284, *c*) son del mismo modo las partes más voluminosas; pero no presentan anfractuosidades, y no se hallan unidos tan completamente, porque la gran comisura, de la que hemos hablado ya con el nombre de *cuerpo calloso*, falta en esta clase. Los *lóbulos ópticos* (*o*), que en los mamíferos son pequeños y se hallan como escondidos entre el cerebro y cerebelo, toman al contrario en las aves gran desarrollo y se presentan siempre descubiertos por detrás y por fuera de los lóbulos cerebrales; finalmente, en vez de ser sólidos, son huecos, como los lóbulos cerebrales. El *cerebelo* (*v*) se halla surcado al través por ranuras paralelas y convergentes: fórmalo casi por entero el lóbulo medio, que en los mamíferos es pequeño en comparación con los lóbulos laterales (ó hemisferos cerebrales), y éstos permanecen en estado más ó menos rudimentario, sobre todo en las aves que vuelan mal; en cuanto á la protuberancia anular, que en la clase precedente une los hemisferios cerebrales abrazando la médula oblongada, falta aquí lo mismo que en los reptiles y peces. En fin, la médula espinal de las aves (*c*) es por lo general muy larga y presenta ensanchamientos que corresponden al origen de los nervios, alas y patas: en las buenas voladoras, se halla más desarrollado el ensanchamiento superior que el inferior, y las aves que ejercitan más las patas que las alas presentan disposición inversa.

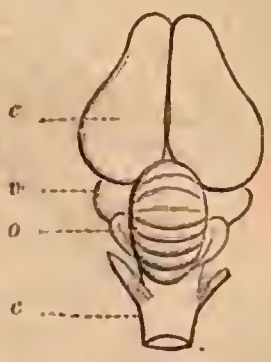


Fig. 284. — Cerebro de avestruz.

§ 440. El régimen de las aves es muy variado: unas se alimentan exclusivamente de granos; otras, de insectos; las hay que comen peces, como también que se nutren con carne de mamíferos ó de aves aun vivas; y, en fin, hay algunas que no comen sino carnes podridas. Sus patas sirven algunas veces para la prehensión de los alimentos, mas el pico es siempre el principal órgano empleado en esto; su forma varía según la naturaleza de los alimentos y según el carácter más ó menos carnicero de dichos animales; por esto suministra al zoólogo excelentes caracteres para la clasificación. Una sustancia córnea sólida y más ó menos dura la envuelve exteriormente y hace cortantes sus bordes, pero siempre carece de dientes verdaderos; por lo mismo es incompleta la masticación y en general no se verifica. En las aves que viven de carne y que tienen necesidad de desgarrar su presa, verbigracia los halcones (fig. 286), águilas (fig. 280) y buitres (fig. 288), la mandíbula superior es muy corta, fuertísima, ganchuda hacia el extremo y terminada por una punta aguda; algu-

nas veces hasta tiene sus bordes más ó menos dentados, lo que hace de ella arma aun más poderosa. Puédese juzgar de las cos-

Fig. 285. — Milano (*Milcus*).

Fig. 286. — Cabeza de halcón (*Falco*).

tumbres más ó menos sanguinarias de estos animales, por el grado en que el pico presente los diversos caracteres que hemos indicado. Así el halcón (fig. 286) es de todas las aves de rapiña la que tiene pico más ganchudo, más corto, mejor dentado y más robusto en proporción con el tamaño de su cuerpo: por lo mismo es el cazador más intrépido; mientras que el milano (fig. 285), que no se diferencia del halcón sino por tener el pico más débil, menos encorvado y sin bordes dentados, como también por sus garras menos robustas, es de natural cobarde; y el buitre (fig. 288), que tiene el pico aun más largo y por consiguiente menos fuerte, no llega á atacar á animales vivos y se nutre con carnes muertas. Las aves marítimas, que se alimentan de peces demasiado voluminosos para poderse engullir de un bocado, son igualmente notables por su pico grueso y ganchudo en el extremo (fig. 287); pero este órgano es mucho más largo que en las aves de rapiña, y por lo tanto menos poderoso. Cuando las aves piscívoras no buscan sino peces ó reptiles bastante pequeños para ser cogidos y tragados con facilidad, el pico es derecho, aun más largo y se parece á unas pinzas de largas ramas: los martín-pescadores (fig. 293) y las cigüeñas (fig. 289) presentan esta forma de pico. Las aves que se alimentan con insectos, gusanos, granos ó frutas, lo tienen distinto. En las primeras es por lo general delgado, muy largo y recto ó débilmente arqueado (fig. 290); á menos, sin embargo, que no cojan al vuelo los pequeños insectos con que se nutren, pues en este caso es corto, bastante ancho

Fig. 287.

y profundamente abierto: organización que se ve en las golondrinas, chotacabras (fig. 291), etc., y que les permite engullir con

Fig. 288. — Buitre (*Vultur fulvus*).

Fig. 289. — Cigüeña (*Ciconia*).

facilidad su presa en su ancha garganta. Las granívoras, por lo

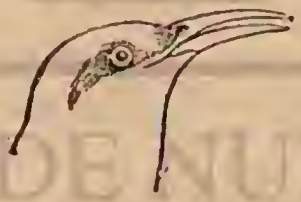


Fig. 290. — Abejaruco

291. — Chotacabras (*Caprimulgus*).

contrario, tienen pico corto, grueso, convexo por encima ó cónico y de ordinario recto (fig. 292).

Organización más notable aún del referido órgano es la que presenta en los pelícanos (fig. 294), aves acuáticas que tienen entre las dos ramas de la mandíbula inferior una gran bolsa cutánea muy extensible, en la cual acumulan el producto de su pesca para comérselo luego con calma.

En conclusión, debe también observarse que el pico de las aves presenta algunas veces rarezas de forma cuya utilidad no conoce-

mos: tal es, por ejemplo, la especie de casco que tienen sobre

Fig. 292. — Gorrión *(Fringilla)*

Fig. 293. — Martín-pescador *(Alcedo)*.

dicho órgano los calaos (fig. 295) y que adquiere enormes dimensiones.

Fig. 294. — Pelícano *(P. onocrotalus)*.

§ 441. La lengua sirve en ocasiones para la prehensión de los alimentos lo mismo que para la deglución, y presenta notables particularidades de estructura. El hueso hióides (*h*, fig. 226), sobre el cual va extendida, se prolonga hacia atrás en forma de dos largos cuernecillos que suben por detrás de la cabeza, dando en sus extremidades punto de inserción á músculos (*m*) fijados ante-

riormente en la quijada inferior; cuando estos músculos se contraen, bajan y adelantan dichos cuernecillos y empujan por consiguiente la lengua fuera de la boca. Este mecanismo es sobre todo curioso en los picamaderos (fig. 297), y en algunas otras aves que lanzan la lengua con extremada velocidad y á grandes distancias sobre los insectos con que se alimentan. El referido órgano presenta también en su forma diferencias importantes que observar. En los loros, que mascan el alimento hasta cierto punto, la lengua es gruesa y carnuda; en las aves de rapiña, es aún ancha y blanda; en la mayor parte de las granívoras (fig. 296) es seca, triangular y erizada, hacia su base, de puntitas cartilaginosas; finalmente, en ciertas insectívoras, tiene la lengua en la punta ganchitos ó dientecillos.

Fig. 295. — Calao de casco de media luna (*Bucerus*).

Las glándulas salivares se hallan debajo de la lengua y consisten en aglomeraciones de folículos redondos. La saliva es de ordinario espesa y á veces completamente viscosa.

Fig. 296.

§ 442. La faringe no se halla separada de la boca por una túnica movible, como en los mamíferos, y nada presenta de notable. El esófago (fig. 298), al llegar á la parte inferior del pescuezo, comunica con una primera cavidad digestiva, llamada *buche*, cuyas paredes son membranosas. Los alimentos permanecen cierto tiempo en este primer estómago, cuya forma y

[1] Lengua, glotis, etc.: — *l*, lengua; — *h*, hióides; — *m*, músculos del hióides; — *p*, faringe; — *g*, glotis; — *l*, tráquea; — *œ*, esófago.

tamaño varían. En las aves granívoras es donde más desarrollado se halla el buche; encuéntrasele también en las aves de ra-

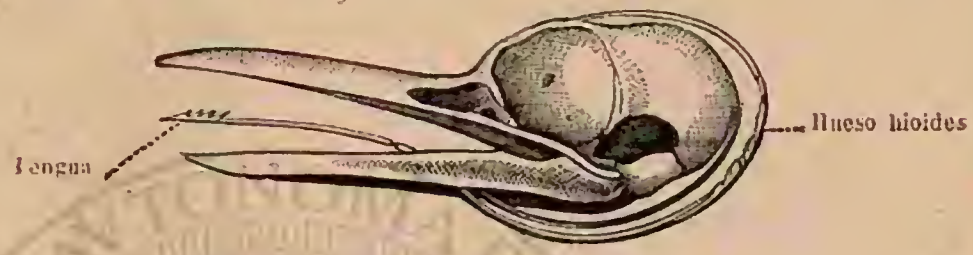


Fig. 297. — Cabeza ósea de picamadero.

piña diurnas, pero falta en los buhos, en el avestruz y en la mayor parte de las piscívoras. Por debajo del buche se estrecha de nuevo el esófago, y presenta á alguna distancia una segunda dilatación, llamada *ventrículo succenturiado*, cuya superficie interna tiene innumerables poros pequeñísimos que comunican con los folículos destinados á secretar el jugo gástrico: en general es reducido el volumen de este segundo estómago; pero en las aves que carecen de buche, es mucho mayor que de ordinario y parece que hace las veces de éste. En fin, este ventrículo desemboca inferiormente en un tercer estómago llamado *molleja*, donde concluye la quimificación; su capacidad varía mucho, pero su estructura presenta diferencias notables. En las aves que únicamente se alimentan con carne, las paredes de la molleja son delgadas y membranosas; pero en las que se nutren con alimentos más duros y difíciles de digerir, se halla provista de fuertes músculos destinados á comprimir estas materias y triturarlas. En las granívoras es donde es más muscular este órgano; el espesor de sus carnudas paredes es grandísimo, y su superficie interna se halla revestida de una especie de epidermis casi cartilaginosa; su fuerza es inmensa. En el avestruz, por ejemplo, los cuerpos más duros quedan triturados con sus contracciones y evidentemente sirve de aparato masticador.

El intestino que sigue á esta serie de estómagos, es mucho menos largo que en la mayor parte de los mamíferos, pero se compone también de dos partes: intestino delgado é intestino grueso. El primero, después de formar una primera curvadura, da vueltas en diferentes sentidos; el segundo difiere poco del anterior y no tiene dilataciones, pero en general se distingue fácilmente por la existencia, en el punto en que se une al primero, de dos apéndices tubiformes con su extremo tapado, que se llaman *ciegos*. Estos apéndices faltan, ó por lo menos son muy pequeños,

en la mayor parte de las aves de rapiña, pero son generalmente largos y bastante gruesos en las aves granívoras y omnívoras.

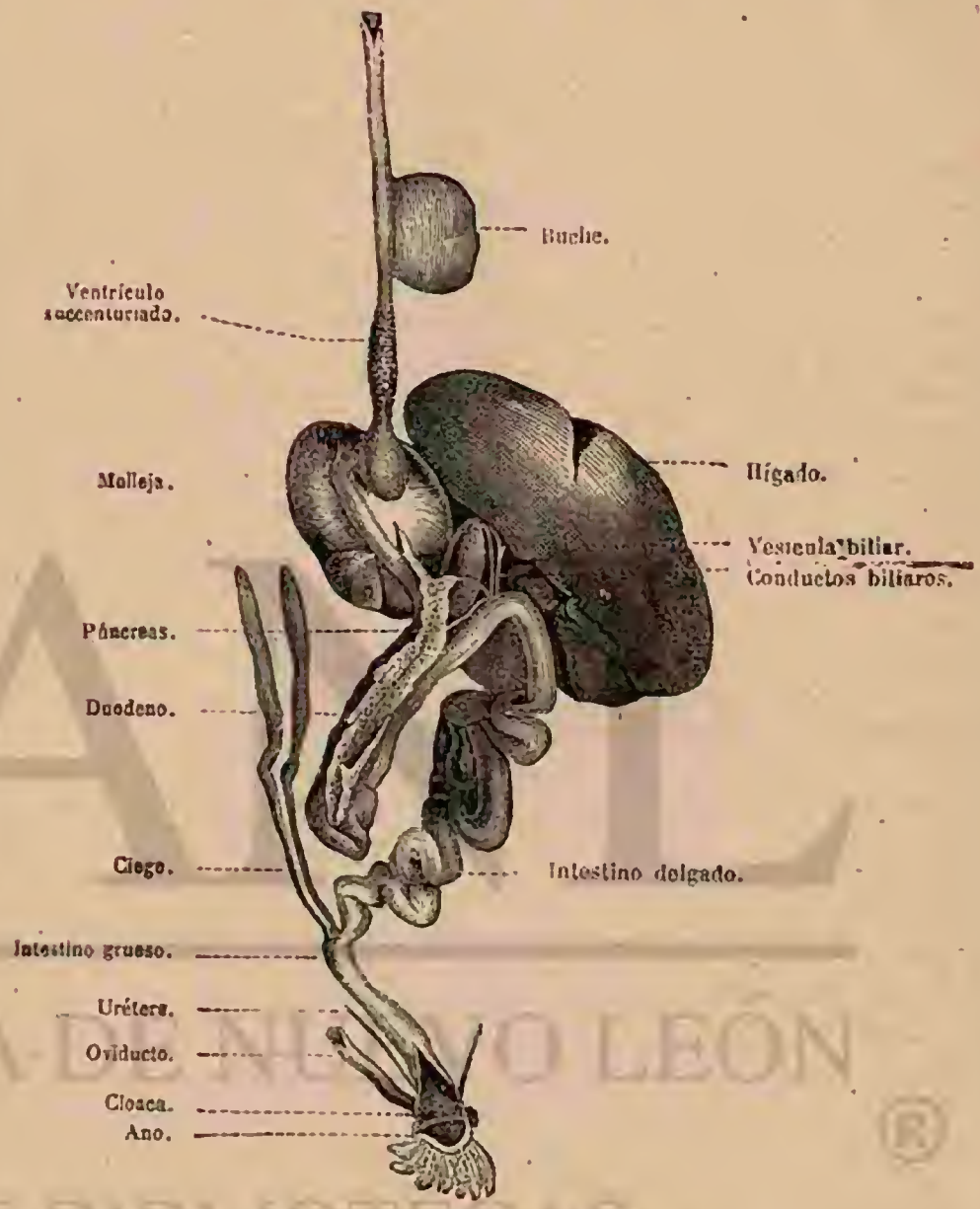


Fig. 298. Aparato digestivo de la gallina.

El hígado es muy voluminoso y llena gran parte del tórax, lo mismo que la parte superior del abdomen; porque estas dos cavidades no se hallan separadas á causa de ser rudimentario el músculo diafragma. Dicha glándula se halla dividida en dos lóbulos casi iguales y por lo general salen de ella dos conductos hepáticos que, después de unirse, desembocan en el intestino. En fin,

existe casi siempre la vejiguilla de la hiel, que no recibe sino una parte de la bilis y la vierte en el intestino por un conducto especial. El páncreas está situado en la primera curvadura del intestino delgado: generalmente es largo, estrecho y más ó menos dividido.

El bazo, órgano cuyos usos no son bien conocidos, es pequeño. Los riñones, que secretan la orina, son al contrario muy voluminosos y de forma irregular; están alojados detrás del peritoneo, en varias cavidades que existen á lo largo de la parte superior de la pelvis, y no presentan, como en los mamíferos, sustancia cortical distinta. Los uréteres desembocan, lo mismo que los oviductos, cerca del ano, en una parte dilatada del intestino recto llamada *cloaca* (fig. 298); no existe vejiga, y la orina se evacúa con los excrementos. Como ya hemos dicho, se compone casi por entero de ácido úrico, que es muy poco soluble, y que, al secarse, forma una masa blanquizca.

§ 443. Los productos nutritivos de la digestión pasan del intestino al torrente de la circulación por vasos linfáticos que, al reunirse, forman dos canales torácicos; estos conductos desembocan en las venas yugulares de cada lado de la base del pescuezo.

§ 444. La sangre de las aves es más rica de glóbulos que la de los mamíferos, y estos corpúsculos son elípticos (fig. 48) en vez de ser circulares. La manera como este líquido circula no presenta nada de particular, y el camino que sigue es el mismo que en los mamíferos. En efecto, la sangre pasa del ventrículo izquierdo del corazón á las arterias, que están encargadas de distribuirla por todos los órganos; vuelve á la aurícula derecha baja luego al ventrículo derecho, que la envía á los pulmones por medio de las arterias pulmonares; vuelve de nuevo al corazón por las venas pulmonares, penetra en la aurícula izquierda, y concluye al fin su vuelta circulatoria entrando en el ventrículo izquierdo de donde la hemos visto salir (fig. 59). El corazón tiene la misma forma, la misma estructura, la misma posición y las mismas envolturas que en los mamíferos; pero las paredes del ventrículo izquierdo son muy gruesas, y el ventrículo derecho envuelve el primero á la derecha y por debajo sin prolongarse hasta la punta de este órgano; las aurículas no tienen apéndice bien distinto al exterior; la válvula tricúspide se halla reemplazada por una lengüeta carnuda que se prolonga oblicuamente en el ventrículo derecho; en conclusión, la aorta, desde su nacimiento, se divide en tres gruesas ramas (fig. 299), de las cuales las dos primeras llevan la sangre á la cabeza, alas y músculos del pecho, y la tercera se encorva hacia bajo al rede-

dor del bronquio derecho y constituye la aorta descendente. Existen también algunas particularidades en el modo de distri-

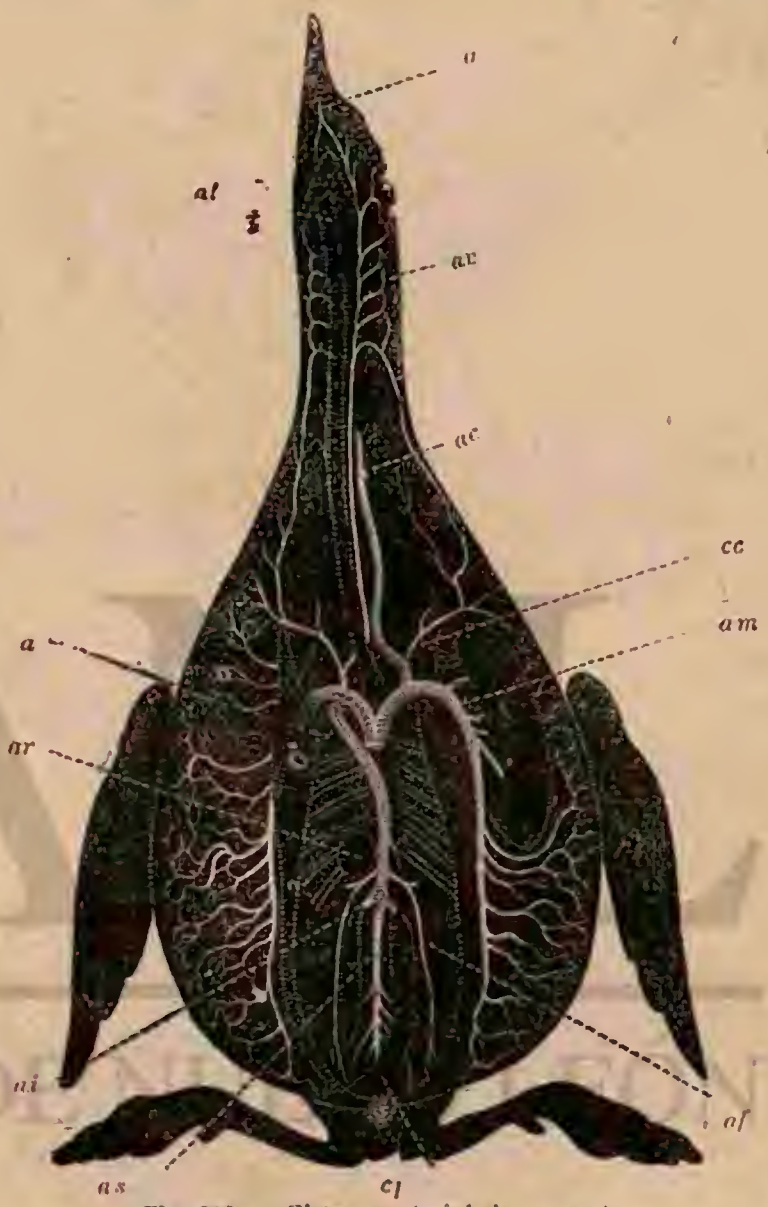


Fig. 299. — Sistema arterial de un ave[1].

[1] Arterias del somormujo : — *a*, arteria aorta; — *am*, una de las gruesas arterias que nacen en el cayado de la aorta, la cual, después de producir la arteria carótida (*ac*) y la arteria subclavia, va á distribuirse en los músculos del pecho y corresponde á la arteria mamaria de los animales mamíferos;— *av*, una de las ramas de la arteria vertebral que se dirige á los músculos del hombro; — *cc*, curvaduras arteriales formadas por ramas de la carótida externa; — *al*, arteria lingual, — *t*, traquearteria; — *ar*, arterias renales; — *af*, arterias femurales; — *ai*, arteria isquiática que va á los miembros inferiores; — *as*, arteria sacra que sigue á la aorta y da nacimiento á la arteria mesentérica inferior, etc.; — *cl*, cloaca.

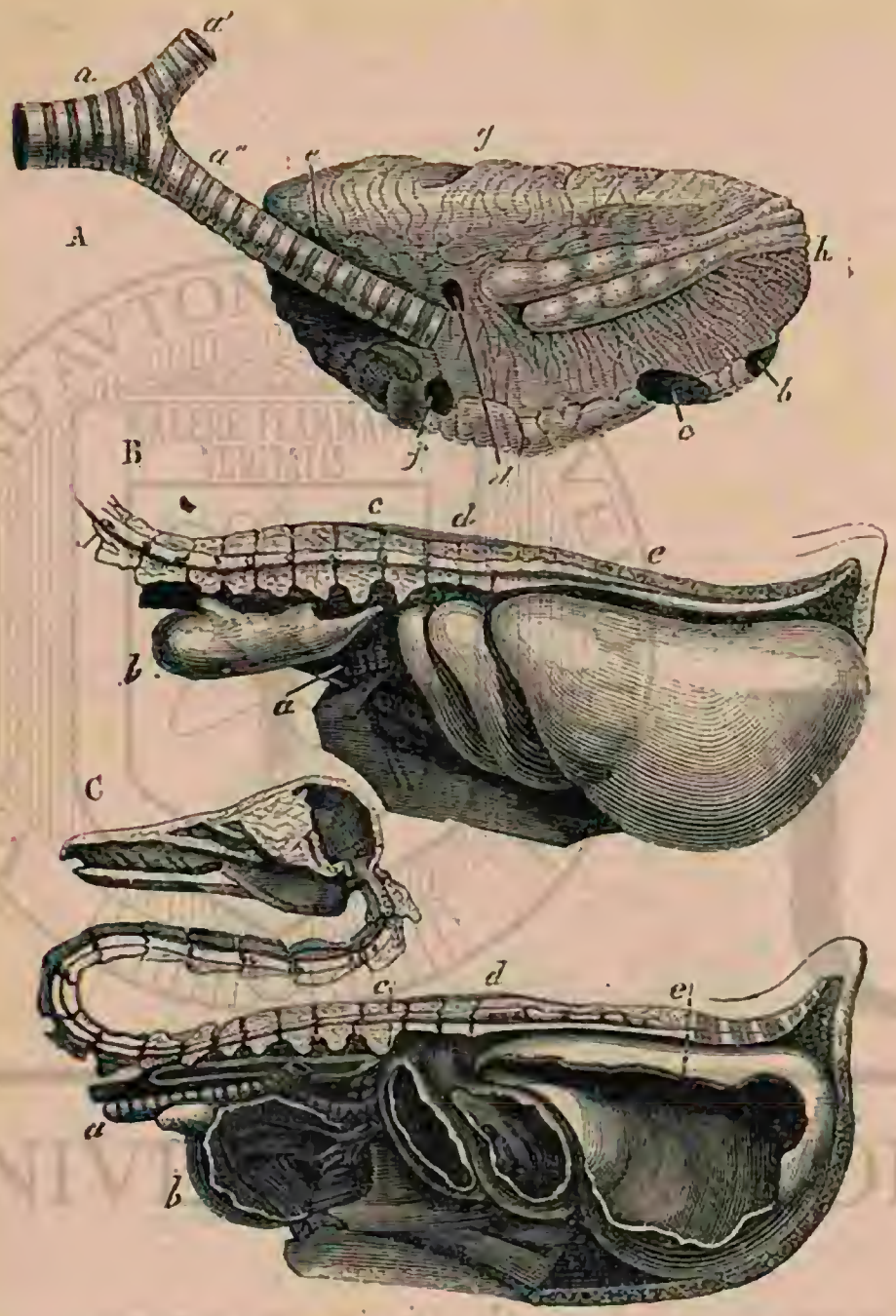


Fig. 300[1].

[1] A, uno de los pulmones aislados : — *a*, porción de la traquearteria; — *a'*, porción del bronquio izquierdo; — *a''*, bronquio derecho que se dirige á los pulmones; — *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, aberturas de los bronquios en la superficie de los pulmones, que conducen á las bolsas neumáticas; — *h*, borde inferior del pulmón. — B, sección del tronco que presentan las principales bolsas neumáticas distendidas por el aire; — *a*, porción del bronquio que se introduce en el pulmón; — *b*, bolsa sub-clavia; — *c*, bolsa torácica anterior; — *d*, bolsa neumática posterior; — *e*, bolsa abdominal. — C, las mismas bolsas abiertas (según M. Sappey).

bución de las arterias, pero son poco importantes y hay solamente que observar que, en diversos puntos del cuerpo, constituyen estos vasos plexos notables anastomosándose frecuentemente entre sí. El sistema venoso termina en tres gruesos troncos, de los cuales es uno análogo á la vena cava inferior de los mamíferos, y los otros dos corresponden casi á las venas sub-cla-

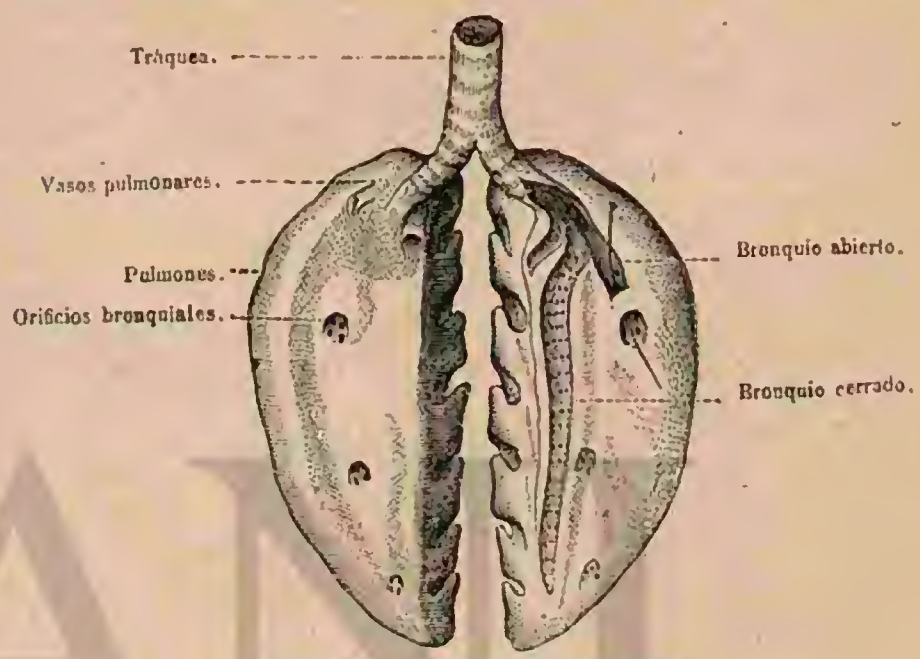


Fig. 301. — Pulmones de un ave.

vias, que no se juntan para constituir un conducto común (ó vena cava superior) como en los animales últimamente citados.

§ 445. El aparato de la respiración presenta particularidades más importantes que el de la circulación. Los pulmones, como ya hemos dicho, comunican con grandes celdillas membranosas, y transmiten así el aire á diversas partes del cuerpo (fig. 300), de modo que la respiración es doble de cierto modo, encontrándose la sangre venosa en contacto con el oxígeno, cuando pasa á través de los vasos capilares pulmonares.

Los pulmones no están divididos en lóbulos, como los de los mamíferos, y falta mucho para que llenen el tórax; se hallan unidos á las costillas, y presentan muchas aberturas en su superficie inferior (fig. 301) pertenecientes á bronquios que los atraviesan de parte á parte, sirviendo para llevar el aire á las células neumáticas situadas entre los diversos órganos del animal. Estas cavidades están formadas por tabiques membranosos y comunican unas con otras; vense en el tronco algunas que presentan dimensiones considerables, y otras que se prolongan

hacia la cabeza y entre los músculos de los miembros: de este modo se introduce el aire hasta el interior de los huesos, y en algunas especies llega dicho fluido hasta el tejido conjuntivo subcutáneo.

El examen de las celdillas aéreas, en diferentes aves, demuestra que la cantidad de aire distribuído del modo indicado por las diversas partes del cuerpo, se halla, en igualdad de circunstancias, en relación con la energía y la continuidad de los movimientos del animal: así, en las águilas, gavilanes y demás aves muy voladoras, penetra dicho fluido en todos los huesos; mientras que, en las que no tienen la facultad de volar y no

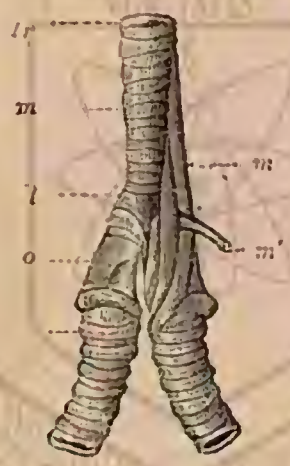


Fig. 302[1]

Fig. 303[2].

marchan sino lentamente, como los pingüinos, etc., se halla excluído de la mayor parte ó hasta de todo el esqueleto. Por lo general, el aire se encuentra en mayor abundancia en los huesos de los miembros más empleados en la locomoción: en el avestruz, verbigracia, presentan las celdillas aéreas un desarrollo notable en el fémur.

---

[1] Laringe inferior de la corneja: — *tr*, traquearteria; — *l*, tambor formado por la extremidad inferior de la tráquea; — *o*, huesecillo medio de la tráquea; — *b*, primer anillo de los bronquios, separado del tercer huesecillo de la laringe por un espacio membranoso; — *m*, músculos propios de la laringe: se han quitado los del lado opuesto; — *m'*, músculo depresor de la tráquea.

[2] Corte vertical de la laringe: — *t*, porción inferior de la tráquea hendida por la mitad; — *c*, membrana semilunar situada encima del punto de reunión de las dos glotis y fijada en una caja ósea (*o*); — *a*, rodete que forma el labio interno de la glotis derecha; — *me*, cara interna del bronquio derecho formado por una membrana timpaniforme; — *b*, porción de la cavidad del bronquio derecho descubierto por la sección de una parte de esta membrana.

Las aves son los animales que tienen respiración más activa; consumen proporcionalmente más oxígeno que los mamíferos y resisten menos tiempo á la asfixia. Son también los animales que desarrollan más calor; la temperatura de su cuerpo se eleva á 41, 42, 43 y hasta 45 grados centígrados, y las plumas que las cubren les son utilísimas para impedir su enfriamiento cuando se elevan en la atmósfera á alturas considerables.

§ 446. Lo mismo que en los mamíferos, el órgano de la voz depende del aparato respiratorio. La laringe superior es de estructura muy simple y sirve poco ó nada para la producción de los sonidos. Su abertura tiene la forma de una hendidura (*g*, fig. 296) cuyos bordes no pueden estirarse ni aflojarse; en ella no se encuentran ventrículos, cuerdas vocales ni epiglotis. Pero en la extremidad inferior de la tráquea, existe una segunda laringe cuya función es muy notable, y cuya estructura es tanto más complicada, cuanto mejor module el pájaro su canto. En los pájaros cantores, se compone este aparatito de una especie de tambor óseo (*l*, fig. 302), cuyo interior se halla dividido inferiormente por un travesaño de la misma naturaleza, que tiene encima una membrana delgada de forma semi-lunar (*c*. fig. 303). Este tambor comunica inferiormente con dos glotis formadas por la terminación de los bronquios y provistas cada una de dos labios ó cuerdas vocales; en fin, músculos, cuyo número varía según las especies, se extienden entre los diversos anillos que componen estas partes, moviéndolos de manera que extienden más ó menos fuertemente las membranas que sostienen. En las aves que se hallan privadas de la facultad de modular los sonidos de manera complicada, falta el tabique membranoso de que acabamos de hablar; y en las que no cantan no existen músculos propios de la laringe inferior, no pudiendo ser modificado el estado de la glotis sino por los que elevan ó descienden la tráquea.

§ 447. Las aves son ovíparas y no tienen, como los animales de la clase precedente, mamas para amamantar sus pequeñuelos. La duración de la incubación (ó del tiempo que el nuevo animal tarda en desarrollarse en el interior del huevo) varía en las diferentes especies, pero es casi constante en cada una de éstas: en el pájaro mosca, el animal más pequeño de esta clase, dicho período es sólo de doce días; en los canarios criados en domesticidad es de quince á diez y ocho días, y de veinte y un día en las gallinas, de veinte y cinco en los patos, de cuarenta á cuarenta y cinco días en los cisnes. Para este fenómeno es necesario cierto grado de calor; el del sol basta para hacer salir del cascarón los polluelos de algunas aves de

las regiones intertropicales; pero, por lo general, no sucede así, y, para mantener los huevos á la conveniente temperatura, los cubre la madre con su cuerpo y los deposita en un lecho propio para que se hallen abrigados.

Algunas aves se contentan, para esto, con labrar en tierra ó en la arena un hoyo redondo; pero la mayor parte de ellas despliegan habilidad y arte notable en la construcción de esta especie de nido; una cosa no menos sorprendente es la regularidad con la cual todas las generaciones sucesivas ejecutan los mismos trabajos y hacen los nidos exactamente iguales, aun cuando las circunstancias en que estos animales han estado colocados no les haya permitido nunca ver y tomar lecciones de sus antecesores; un instinto admirable les guía y les lleva á tomar un sinnúmero de precauciones cuya utilidad no conocen previamente. Las paredes del nido están de ordinario hechas con tallitos flexibles y algunas veces masticados con tierra amasada con la saliva viscosa del animal; mas su forma y disposición varía mucho, como ya hemos tenido ocasión de ver (§ 328). Casi todas las aves entapizan el interior con sustancias suaves que reunen con cuidado, ó hasta con un plumón sedoso que se arrancan del pecho. La sustancia caliente y ligera empleada en la economía doméstica con el nombre de *edredón* ó *flojel*, no tiene otro origen; procede de una especie de ánade llamado *éider* (*anas mollissima*) (fig. 304), que vive en las islas de los mares árticos, y que tiene la costumbre de despojarse del plumón del pecho y vientre para con él cubrir su nido y abrigar sus huevos.

Fig. 304. — Eider (*A. mollissima*).

La puesta se verifica, por lo general, una vez al año, en ocasiones dos, y en estado doméstico, se hace aún mayor la fecundidad. De ordinario es mayor el número de huevos en las especies pequeñas que en las grandes: las águilas ponen sólo uno ó dos; el pavo y el régulo, de quince á veinte. La constancia con que estos pájaros incuban sus huevos es admirable: algunas veces se dividen este cuidado el macho y la hembra; otras veces el macho se limita á satisfacer las necesidades de la hembra mientras ésta permanece echada, y en otras especies la

madre sola se ocupa en la incubación. Por lo general sólo á la fuerza y obligada por el hambre se separa algunos instantes de su progenie; y cuando los pequeñuelos salen del cascarón, su instinto maternal la induce á prodigarles los más tiernos cuidados: cúbrelos con sus alas para preservarlos del frío, y les trae alimentación escogida, que á menudo echa en sus picos después de haberla digerido á medias para hacerla más apropiada á su delicado estómago. Yésela también guiar sus primeros pasos, enseñarles á servirse de las alas, y, cuando les amenaza un peligro, desplegar para salvarles tanto valor como abnegación y, hasta casi podría decirse, inteligencia. Hay no obstante algunas aves que ponen sus huevos en los nidos que no les pertenecen, para hacerlos incubar por nodrizas extrañas: tal hace el cuclillo, que pone sus huevos en nidos de currucas, verderones, mirlos ó de cualquiera otro pájaro insectívoro que tenga la costumbre de nutrir sus pequeñuelos con alimentos que también convengan á los jóvenes cuclillos; y, cosa notable, la pájara que se encuentra con estos intrusos se vuelve para ellos madre cariñosa é infatigable, aunque la privan de sus propios hijos. Según algunos naturalistas, los cuclillos tienen el cuidado de destruir los huevos que encuentran en el nido donde ponen el suyo; mas otros observadores aseguran que el cuclillo joven mismo se encarga de echar del nido en seguida que nacen, los pequeñuelos cuyo sitio usurpa. El ilustre Jénner, médico inglés á quien se debe el descubrimiento de la vacuna, nos dice haber visto muchas veces los medios puestos en práctica por este pequeño intruso para deshacerse de sus débiles compañeros: el pequeño cuclillo se desliza debajo de uno de los pajaritos cuyo nido comparte y no tarda en conseguir ponérselo sobre el lomo, donde le sujeta con las alas; en seguida, arrastrándose reculando hasta el borde del nido, le arroja por encima; luego comienza el mismo trabajo con un segundo pajarito y así sucesivamente hasta que queda solo en el nido. No se conoce bien la causa que determina á los cuclillos á abandonar del modo dicho á otros pájaros los cuidados de la incubación. A menudo permanece el casar en los alrededores del lugar en que fueron puestos los huevos; y los pequeñuelos, cuando pueden volar, se separan de sus padres adoptivos y se van con los que son naturales, que se cuidan de completar su educación.

El instinto que induce á las aves á incubar sus huevos es en general de los más poderosos; y no obstante, esa impulsión, de cierto modo ciega, es susceptible de ser modificada, hasta cierto punto, por las circunstancias exteriores. Así, las avestruces incuban sus huevos cuando viven en climas templados, pero dejan la incubación al calor de los rayos solares cuando viven en la zona

tórrida. Parece también que muchas de estas grandes aves reunen á menudo sus huevos en el mismo hoyo y turnan en el cuidado de incubarlos.

§ 448. Tiene grandísimo interés la observación de los cuidados que las aves prodigan á sus hijuelos; pero es instinto más singular, y por consiguiente más notable aún, el que induce á ciertas especies á cambiar de clima según las estaciones, y á hacer, en determinadas épocas del año, viajes más ó menos largos (§ 325). Algunas especies emigran de este modo para huir del frío ó para buscar una temperatura menos elevada, y van al mediodía ó al norte para poner ó para pasar allí el tiempo de la muda; otras cambian de país para procurarse más fácilmente los medios de subsistencia: la mayor parte de las insectívoras se hallan en este caso; pero existen aves que ejecutan viajes regulares sin que para ello tengan ningún motivo apreciable, y sin que parezca que su traslación introduce ningún cambio muy notable en las condiciones en que se encuentran. Por lo demás, cualquiera que sea la circunstancia que haga la emigración periódica de las aves útil á ellas mismas ó á su progenie, es bien evidente que de ordinario no es dicha causa la determinante; las aves viajeras experimentan, en ciertas épocas del año, la necesidad de cambiar de región, como en otras experimentan el deseo de construir su nido, sin ser inducidas á esto por un cálculo intelectual ó por la previsión de las ventajas que de ello obtienen. Por lo general es un instinto ciego el que las induce, instinto que á veces se desenvuelve con independencia de todo lo que puede influir en el momento sobre el bienestar del animal. Así, en observaciones hechas con algunas aves viajeras de nuestro país, se ha visto manifestarse con fuerza dicha necesidad en la época ordinaria, aunque se haya tenido el cuidado de mantener al rededor de estos animales una temperatura constante, se les haya dado alimentación conveniente, y se haya tenido la precaución de elegir para los experimentos individuos jóvenes que aun no habían podido contraer la costumbre de emigrar. Cuando cambian de clima, no esperan para partir que el frío les sea insoportable, y no son echados poco á poco hacia el mediodía por el aumento gradual de los frios del invierno, sino que preceden á éste trasladándose en seguida y casi de un tiro á las regiones tropicales. A menudo se les ve volver en la primavera, cuando la temperatura está aun más baja de lo que se hallaba cuando partieron, y, en ciertas especies, lo repetimos, las emigraciones no coinciden con ninguna circunstancia exterior. Este fenómeno es, por consiguiente, inexplicable; pero en esto no se diferencia de todos los que determina el instinto, y á medida que adelantamos en el estudio de los animales, ten-

dremos ocasión de ver muchísimos hechos análogos que no son ni menos interesantes ni menos incomprensibles.

Pero de que las emigraciones dependan de una impulsión instintiva y ciega, no debe deducirse que las circunstancias exteriores dejan de tener influencia en el desenvolvimiento de la necesidad que las aves viajeras experimentan de cambiar de habitación; nótase, al contrario, que dicho fenómeno coincide en general con variaciones atmosféricas, y que la época de la llegada y de la partida es á menudo adelantada ó retardada, según se prolongue más ó menos la estación fría.

La época en la cual las aves viajeras llegan á nuestro país ó le abandonan, varía según las especies. Las que son originarias de las regiones más septentrionales de Europa llegan á fines de otoño ó á principios de invierno, y desde los primeros días estivales, huyen del calor como habían huído del frío excesivo, y vuelven hacia el Norte para verificar allí la puesta. Otras aves que nacen siempre en nuestras regiones, y que por consiguiente deben ser consideradas como esencialmente indígenas, las abandonan en otoño, y, después de pasar el invierno en climas cálidos, reaparecen entre nosotros en primavera, ó bien, evitando al contrario el calor moderado de nuestro estío, emigran hacia las regiones árticas. Otras hay aún que, propias de los países meridionales, se dirigen hacia el Norte para librarse del ardor del sol del verano, y llegan entre nosotros á mediados del buen tiempo. En fin, las hay también que jamás permanecen en nuestras regiones, y que, en sus emigraciones anuales, sólo pasan por ellas. La época de la llegada y la partida de estas viajeras se halla en general determinada de una manera precisa para cada especie, y la experiencia ha enseñado que en ciertas localidades los cazadores pueden contar con la llegada de tales ó cuales aves, como con una renta cuyos plazos venciesen en día fijo. La edad introduce no obstante en ella alguna diferencia: vese de ordinario que los jóvenes no se ponen en marcha sino algún tiempo después que los adultos; y esto parece que depende de que, verificándose la muda más tarde en ellos que en éstos últimos, no se hallan aún restablecidos de la especie de enfermedad que acompaña dicho fenómeno, en el momento en que los adultos están ya en estado de sufrir las fatigas del viaje.

§ 449. Otro hecho no menos curioso en la historia de las aves, es la facultad por medio de la cual se orientan estos animales en un país desconocido, y saben reconocer á distancias inmensas el camino que deben seguir para llegar á su nido. Las palomas viajeras ó palomas-correos presentan un ejemplo

notable de este instinto ó sentido incomprensible para el hombre (§ 325); las golondrinas nos lo presentan igualmente. Estos pájaros hacen, como ya lo hemos dicho (§ 325), viajes bastante largos; y no obstante, por un instinto singular, saben encontrar en la primavera siguiente los lugares donde ya han anidado, y vuelven siempre á ellos. Hase comprobado este hecho atando en las patas de algunas golondrinas cordoncillos de seda para estar cierto de su identidad. Estas avecillas construyen su primer nido en los alrededores de aquél donde han nacido; la golondrina de las chimeneas fabrica cada año el suyo encima del nido del año precedente, y la golondrina de ventana se establece en el que había dejado en el otoño. Spallanzani, célebre fisiólogo italiano del siglo pasado, vió, durante diez y ocho años consecutivos, volver los mismos casares á sus antiguos nidos casi sin ocuparse en componerlos. Las golondrinas demuestran, además, en otras ocasiones, la singular facultad de dirigirse hacia un lugar determinado, del que se encuentran á considerable distancia: si se lleva lejos una clueca encerrada en una jaula y se le da libertad, elévase primero muy alta como para examinar el país y luego se dirige en línea recta al sitio donde quedó su nidada.

Spallanzani repitió con buen éxito este experimento diversas veces y vió un casar de golondrinas de ribera, que había llevado á Milán, llegar en trece minutos al lado de sus hijuelos que habían quedado en Pavía.

§ 450. El instinto de la sociabilidad se halla también muy desarrollado en ciertas aves: ya hemos tenido ocasión de hablar de la manera como muchos de estos animales se reunen en bandadas innumerables para viajar juntos, y de los socorros mutuos que en ocasiones se prestan (§ 329, 330, 339); mas debe tenerse presente que este instinto no se desenvuelve sino en las especies que se alimentan con insectos y con sustancias vegetales, y que las aves de rapiña viven casi siempre solitarias ó solamente reunidas por pares.

§ 451. Las aves, lo mismo que los mamíferos, varían también entre sí en la manera como se procuran su alimentación: la mayor parte no la buscan sino de día, pero las hay igualmente que son nocturnas ó que no levantan el vuelo sino durante el crepúsculo; y es digno de observarse que estas últimas tienen en general colores oscuros y plumaje suave, de modo que sus alas baten el aire sin ruido, como si el Creador, en su previsión infinita, hubiera querido favorecer de este modo la caza á que se entregan estas aves en la oscuridad. Las diversas especies de la familia de los buhos, los chotacabras, etc.,

presentan ejemplos de esta coincidencia entre las costumbres del ave y la naturaleza de su plumaje.

§ 452. Los naturalistas conocen como unas diez mil especies de aves; y como la organización de ellas presenta mucha uniformidad, su clasificación presenta dificultades considerables. Los caracteres que se utilizan para dividirlas en órdenes, familias y géneros son suministrados principalmente por la confrontación del pico y de las patas, órganos cuya estructura se halla en relación con el régimen de dichos animales. Cuvier, cuyo método seguimos aquí, las divide en seis órdenes, á saber: *Rapaces*, *Pájaros*, *Trepadoras*, *Gallináceas*, *Zancudas* y *Palmípedas*.

§ 453. Las RAPACES ó AVES DE RAPIÑA, se caracterizan por lo fuerte de sus uñas y pico; la mandíbula superior es robusta, encorvada hacia el extremo y terminada en una punta aguda apropiada para desgarrar la carne de los animales con que se alimentan; y los dedos, igualmente vigorosos, tienen uñas ganchudas y fuertes con las cuales sujetan su presa. Por lo general, todo su cuerpo indica una fuerza considerable y su aspecto denota la ferocidad de su carácter. Unas son *diurnas*, y se distinguen por su plumaje apretado y sus ojos dirigidos lateralmente: son éstas los Buitres (fig. 288), Gipaetos (fig. 305), Halcones, Águilas (fig. 280), Gavilanes, Milanos (fig. 285), Buaros, etc. Las otras son *nocturnas*, y constituyen la familia de los Buhos (fig. 306), que se caracteriza por un plumaje flojo y por la dirección anterior de los ojos.

Fig. 305. — Gipaeto ó quebranta-huesos (*Gypaetus barbatus*).

§ 454. Los PÁJAROS tienen las patas delgadas, débiles y organizadas del modo ordinario, es decir ni palmadas, ni armadas de uñas ganchudas y fuertes, ni alargadas en forma de zancos, y con un solo dedo dirigido hacia atrás. Su pico es

débil (fig. 308), derecho y poco ó nada encorvado (fig. 309 y 310); las alas, bastante grandes. Finalmente, son todos de

Fig. 306. — Buho (*Scops vulgaris*).

Fig. 307. — Ave del paraiso. (*Paradisæa apoda*).

pequeño ó mediano tamaño, y por lo general de formas esbeltas y ligeras. Unos son insectívoros, otros granívoros y otros

Fig. 308. — Sitta. Fig. 309. — Cogujada. Fig. 310.—Régulo

aún omnívoros; en este orden se incluyen todos los pájaros cantores y la mayor parte de los de paso. El número de pájaros es inmenso, y nos limitaremos á citar sólo, para que sirvan de ejemplo, los Pega-rebordas, Mirlos, Carracas, Golondrinas,

Chotacabras (fig. 291), Alondras (fig. 309), Gorriones, Cuervos, Aves del paraíso (fig. 307), Colibrís (fig. 311), Régulos (fig. 310), Martín-pescadores (fig. 293), y Calaos (fig. 295).

Fig. 311. — Colibri (*Trochilus*).

§ 455. Las TREPADORAS son aves que, con el régimen y organización común de los pájaros, tienen dos de sus dedos dirigidos hacia delante y los otros dos hacia atrás, disposición que les permite asirse mejor de los troncos y de las ramas de los árboles en los cuales trepan en todas direcciones, sirviéndose algunas veces hasta del pico para facilitar sus movimientos. Inclúyense en esta división los Tucanes, notables por su enorme pico, Guacamayos (fig. 312), Cuclillos, Picos (fig. 277), etc.

§ 456. Las GALLINÁCEAS tienen pico mediano, abultado por encima y propio sólo para un régimen granívoro; las alas son cortas, cuerpo pesado, patas medianas, dedos débiles pero ordinariamente reunidos en su base por un repliegue cutáneo. La mayor parte de estas aves vuelan mal, no anidan en los árboles, y buscan su alimento en tierra. Este orden se compone de dos familias bien distintas, la de las *Palomas* y la de las *Gallináceas* propiamente dichas, que comprende el Gallo, los Faisanes, Pavos reales, Pavos comunes, Pintadas, Hoccos (fig. 314), Perdices, Codornices, Lagópedos ó Perdices blancas (fig. 313), Gallos de monte, etc.

§ 457. Las ZANCUDAS se caracterizan por sus largos tarsos y por sus piernas desnudas de plumas en la parte inferior, disposición que hace que parezcan subidas en zancos, y que es muy favorable, tanto á la rapidez de la carrera, como para el paso de los vados en aguas poco profundas. Son generalmente delgadas, y es tan grande la longitud del pescuezo que, por altas que tengan las patas, pueden coger en el suelo sus alimentos sin echarse. Unas se alimentan con hierbas, otras de reptiles acuáticos, moluscos, pececillos, etc.

En este grupo se incluyen las *Aves de ribera*, como las Garzas, Grullas (fig. 315), Cigüeñas (fig. 289), Aves-toros

Fig. 313. — Perdiz blanca (*Lagopus rupestris*.

Fig. 312. — Guacamayo (*Ara*).

Fig. 314.—Hocco común.

(fig. 316), Becadas ó Chochas, Ibis (fig. 278), Zancudos (fig. 282), Pollas de agua, Flamencos (fig. 317), etc., y algunos otros géneros que no viven cerca de las aguas, pero que se parecen á los precedentes por su conformación: verbigracia, Avestruces (fig. 281), Casoares (fig. 270) y Avutardas.

§ 458. En conclusión, las PALMÍPEDAS ó AVES NADADORAS, se caracterizan por sus patas, de tamaño mediano, terminadas como por un ancho remo. Esta especie de remos están forma-

dos con los dedos unidos por un repliegue de la piel. Tienen

Fig. 315. — Grulla (*Grus cinerea*).

Fig. 316. — Ave-toro (*Ardea stellaris*).

dichos miembros muy hacia atrás, lo que si bien es favorable á la natación, hace difícil la marcha bípeda. Citaremos como ejemplo de este grupo los Pájaros-niños (fig. 279) y los Pingüinos, que tienen las alas tan cortas que no pueden servirse de ellas para volar; los Petreles, Albatros, Gaviotas y Sternas ó Golondrinas de mar (fig. 318), que tienen, al contrario, alas largas y vuelo poderoso; las Fragatas (fig. 275) y Sulas, que están tan bien organizadas para

Fig. 317. — Flamenco (*Phœnicopterus*).

el vuelo como las precedentes, y se caracterizan por palmura aun más completa de las patas; en fin, los Cisnes, Gansos y Ana-

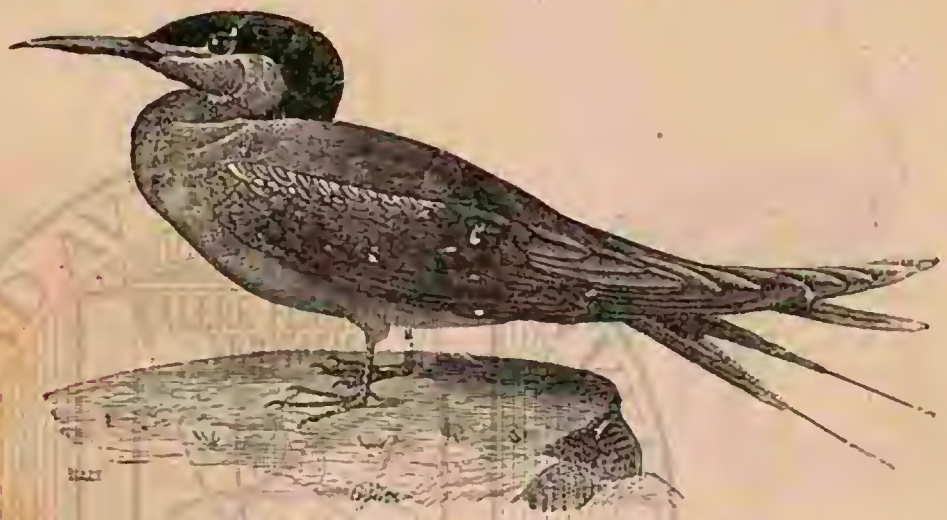


Fig. 318. — Golondrina de mar (*Sterna nigra*).

des (fig. 283), cuyo pico se halla revestido de una piel blanda en vez de sustancia córnea.

CLASE DE LOS REPTILES.

§ 459. La clase de los REPTILES comprende *todos los animales vertebrados de sangre fría, cuya respiración es aérea é incompleta desde el nacimiento*. Tienen pulmones, como los mamíferos y las aves; pero su aparato circulatorio se halla siempre dispuesto de manera que una parte de la sangre ve-

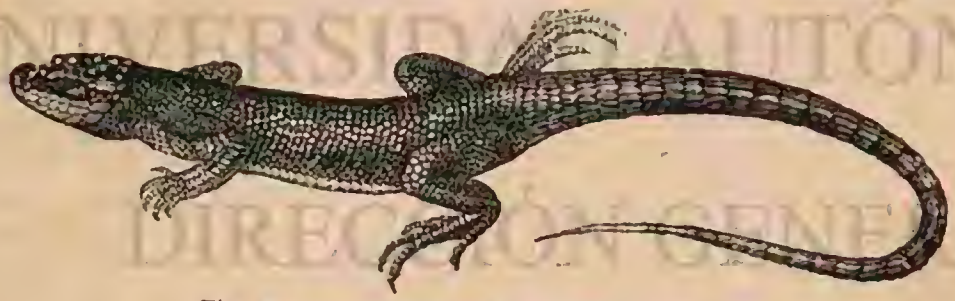


Fig. 319. — Lagarto verde (*Lacerta ocella*).

nosa se mezcla con la sangre arterial sin haber pasado por el órgano respiratorio, y en general esta mezcla se verifica en el corazón, que no presenta sino un solo ventrículo, con el cual comunican las dos aurículas (§ 108). En fin, la piel de estos animales se halla casi siempre cubierta de escamas.

Por su forma general, se parecen los reptiles más á los mamíferos que á las aves; pero por lo demás presentan á este

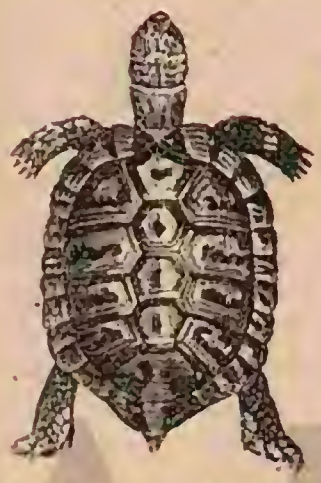


Fig. 320. — Tortuga griega.

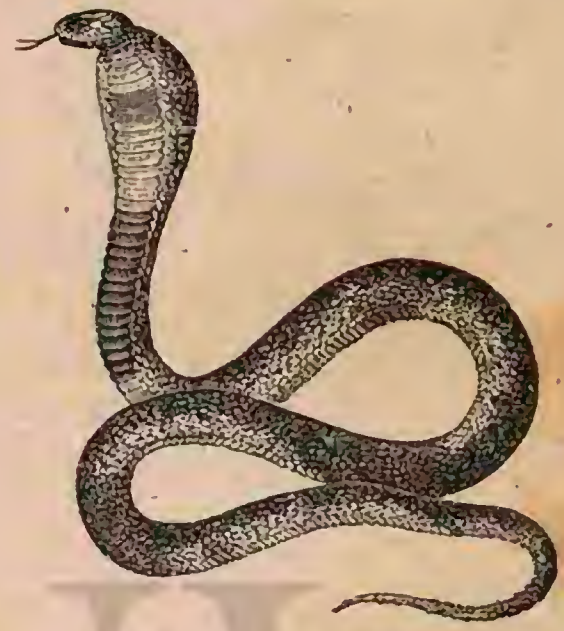


Fig. 321. — Naja aspid.

respecto mucha variación, como puede verse comparando entre sí una tortuga (fig. 320), un lagarto (fig. 319) y una ser-

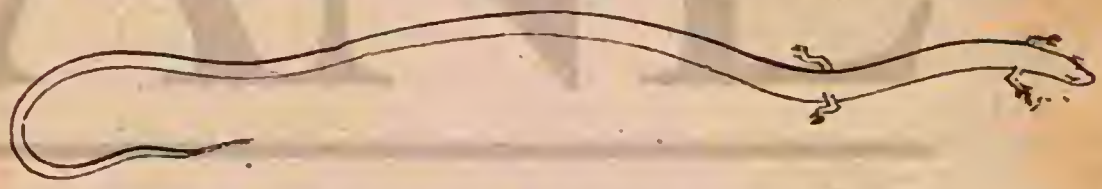


Fig. 322. — Cáleido.

piente (fig. 321). Casi siempre tienen cabeza muy pequeña y cuerpo muy largo. Algunos, como las serpientes, carecen completamente de miembros ó no tienen sino vestigios de ellos (fig. 322); pero la mayor parte de estos animales, los lagartos, por ejemplo, tienen cuatro patas organizadas para que sirvan para la marcha y para la natación. Por lo demás, sus miembros son de ordinario muy cortos para impedir al tronco de arrastrarse por el suelo, y, en vez de hallarse dirigidos paralelamente al eje del cuerpo y de moverse en dicho sentido, se dirigen en general de lado, y se mueven de fuera á dentro perpendicularmente á este eje, disposición que es muy desfa-

vorable á la locomoción: por esto los reptiles parece que marchan arrastrándose más bien que caminando, de lo cual viene el nombre que se les ha dado.

§ 460. Su esqueleto presenta variaciones de estructura bastante mayores que el de los animales vertebrados de sangre caliente: casi todas las partes de que se compone pueden faltar alternativamente, con excepción de la cabeza y de la columna vertebral; más los huesos que en él se encuentran conservan siempre gran parecido con los de los mamíferos y aves, y se reconocen fácilmente para considerarse como los análogos.

§ 461. El cráneo es siempre pequeño y la cara cumplida; la quijada inferior se halla compuesta de muchas piezas, como en las aves, y se articula también con un hueso del temporal (el hueso cuadrado ó hueso timpánico); algunas veces hasta se halla á su vez suspendido este hueso de una palanca movible (fig. 334), disposición que aumenta mucho la dilatabilidad de la boca, como más adelante veremos al hablar de la deglución en las serpientes. La quijada superior es de ordinario inmóvil, pero en las serpientes se halla articulada de modo que ejecuta algunos movimientos; en muchos reptiles, verbigracia en los lagartos y tortugas, los huesos del cráneo se prolongan lateralmente por encima de las sienes, en forma de escudo, dando así á la cabeza considerable anchura. En fin, la cabeza es en general poco movible, y se articula en la columna vertebral por medio de un solo cóndilo de muchas facetas.

§ 462. Los huesos del tronco presentan, en su disposición y número, variaciones más considerables. En los lagartos, cocodrilos y demás reptiles organizados casi de la misma manera, obsérvanse por lo general pocas anomalías; nótase solamente que las costillas son más numerosas que en los mamíferos ó en las aves, y que cubren el abdomen lo mismo que la porción torácica del cuerpo. En las serpientes, falta el esternón y los huesos de los miembros; y las costillas, cuyo número es grandísimo, se hallan libres por su extremidad inferior: cuéntanse algunas veces más de trescientos pares, en la culebra, por ejemplo, y son bastante movibles para que el animal pueda servirse de ellas como de botareles en sus movimientos de reptación. Las vértebras tienen también gran movilidad y se articulan entre sí por medio de una tuberosidad que entra en una cavidad correspondiente y se sujeta con ligamentos. Pero donde más notable es la disposición de estos huesos es en las tortugas, porque constituyen dos grandes escudos entre los cuales puede, en general, ocultarse el animal enteramente. Uno de estos escudos ocupa el dorso, y se llama *carapacho ó espaldar* (fig. 320);

el otro, situado bajo del vientre (fig. 323), se llama *peto*, y por cada lado están unidos uno con otro dejando por delante y por detrás aberturas que sirven para pasar la cabeza, patas y cola. Esta especie de coraza no está cubierta sino por la piel, que, á su vez, lo está ordinariamente por anchas placas escamosas; todos los músculos y demás partes blandas están encerrados en la gran cavidad que queda descrita.

Fig. 323. — Tortuga griega (vista por debajo).

§ 463. Para presentar esta disposición insólita, compréndese bien que el armazón óseo de las tortugas ha debido experimentar profundas modificaciones: no obstante, en él se encuentran las mismas piezas constituyentes que en los animales vertebrados normales; sólo que muchas de estas piezas tienen forma y volumen diferente.

Cuando se examina el carapacho por su faz superior, vese que está formado por numerosas placas óseas unidas por soturas, ocupando ocho la línea media; diez y seis constituyen de cada lado de éstas una línea longitudinal, y veinticinco ó veintiséis rodean todo como un cuadro oval. Por esta parte es difícil reconocer la naturaleza de dichos huesos: pero si se examina el carapacho por su faz interna (fig. 324), vese en seguida que las piezas medias de que acabamos de hablar no son sino dependencias de las vértebras dorsales (*vd*). Por debajo se encuentra efectivamente el cuerpo de cada uno de estos huesos con su forma ordinaria, lo mismo que el canal vertebral que contiene la médula espinal; pero la porción superior de las paredes del anillo que constituye este canal, en vez de tener, como de costumbre, la forma de una faja ósea transversal separada de sus congéneres por un espacio vacío y de tener encima una apófisis espinosa, se halla aquí ensanchada en forma de disco, y se continúa sin interrupción con las placas análogas que pertenecen á la vértebra que precede y á la que sigue. Estas vértebras dorsales, que se vuelven casi inmóviles, sostienen cada una un par de costillas como en el hombre y la mayor parte de los animales vertebrados; pero las costillas (*c*) se ensanchan hasta el punto de unirse unas á otras en casi toda su longitud y de articularse entre sí por suturas; finalmente, las piezas marginales (*cs*) que se articulan con las extremidades de las costillas y que forman el borde del carapa-

cho, son comparables á la porción external de estos huesos, que, en los mamiferos, se hallan en estado cartilaginoso, pero que se hallan completamente osificadas en las aves. En algunas tortugas permanecen también cartilaginosas, y, en casi todos estos animales, muchas de ellas se apoyan lateralmente en los bordes del peto.

El peto está formado por el esternón, que presenta un desarrollo extraordinario, y se extiende desde la base del pescuezo hasta el origen de la cola (fig. 323). Nueve son las piezas que entran en su composición, y en vez de hallarse dispuestas en fila, como en los mamíferos, están, excepto una, colocadas por pares, y soldadas ó articuladas entre sí formando una gran placa oval. Unas veces es este escudo entero y sólido en toda su extensión; otras, se halla dividido en tres porciones, siendo algo movibles la anterior y la posterior, y otras veces todavía está hueco por el centro á modo de marco; en conclusión, por cada lado está fijo al carapacho, sea por un ancho prolongamiento óseo, sea por cartilagos, y, por delante y por detrás, queda separado para que puedan salir la cabeza, miembros y cola.

El carapacho y el peto, como ya hemos dicho, no se hallan cubiertos sino por la piel: ningún músculo se inserta en su superficie exterior, y, por consiguiente, los del pescuezo y miembros se fijan en el interior del tronco. El hombro, en vez de apoyarse en la faz externa de las paredes del tórax, está situado igualmente en el interior de esta cavidad, y la pelvis se halla metida, por decirlo asi, en el interior del abdomen.

Los huesos del hombro (*o*, *cl*, *co*) se articulan por una parte con la columna vertebral y por la otra con el esternón, formando como una especie de anillo entre el carapacho y el peto. Distínguense en ellos tres ramas que á menudo se sueldan juntas desde temprano, y que convergen hacia la cavidad articular del húmero, que forman al juntarse. Uno de estos huesos (*o*), que sale de la columna vertebral, es evidentemente el omoplato; el segundo, que se dirige hacia atrás (*co*), es análogo al hueso coracoides de las aves; y el tercero (*cl*), que va á juntarse con el peto, representa la clavícula, ó por lo menos la apófisis acromion del omoplato, con la cual se articula de ordinario dicho hueso.

La pelvis (*b*) se parece mucho al arco formado por los huesos del hombro. Compónese de tres pares de piezas diferentes: hueso iliaco, que se liga á las apófisis transversas de las vértebras posteriores del carapacho; pubis é isquión, que ambos se dirigen hacia el peto y se unen á sus congéneres.

§ 464. En otros reptiles, se parecen más los huesos del hombro á los que ya hemos visto en la aves. Los miembros no pre-

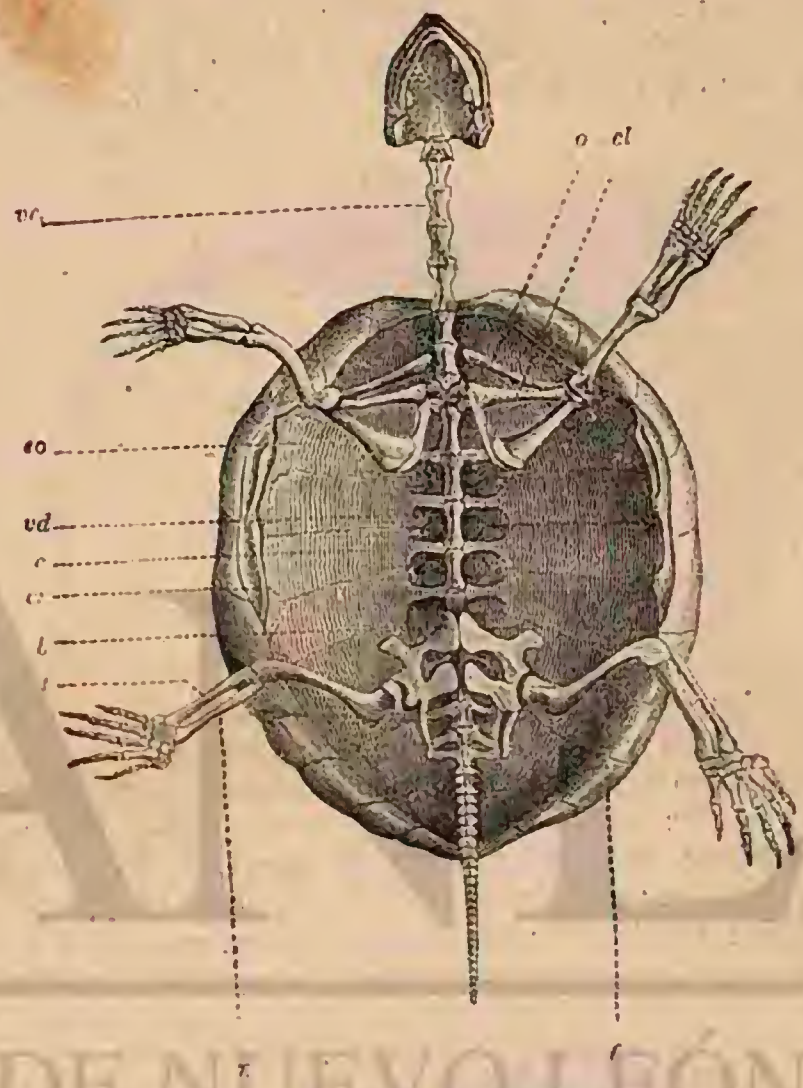


Fig. 324. — Esqueleto de tortuga[1].

sentan en general nada muy notable. Unas veces están como truncados en la extremidad, y no pueden servir sino para empujar hacia delante al animal: verbigracia, en las tortugas terrestres. Otras veces se hallan terminados por dedos sueltos y con

[1] Esqueleto de una tortuga terrestre sin peto: — *vc*, vértebras cervicales; — *vd*, vértebras dorsales; — *c*, costillas; — *cs*, costillas esternales ó piezas marginales del carapacho; — *o*, omoplato; — *cl*, clavícula; — *co*, hueso coracoides; — *b*, pelvis; — *f*, fémur; — *l*, tibia; — *p*, peroné.

uñas que permiten al animal agarrarse á las asperezas del suelo y trepar con facilidad: las patas de los lagartos se hallan organizadas de esta suerte. En otros reptiles existe en la extremidad de los dedos una disposición particular singularmente favorable á este género de movimiento: así, los geckos, de los cuales vive una especie en el mediodía de Francia, que es conocida con el

Fig. 325. — Gecko de las paredes.

nombre vulgar de *talente* (fig. 325), tienen dedos muy ensanchados en la punta y provistos de unos replieguillos cutáneos que funcionan como ventosas, permitiendo á estos asquerosos reptiles subir por las paredes más lisas y hasta andar por los techos.

Hay también reptiles que tienen dedos oponibles casi como en la mano humana; así sucede en los camaleones (fig. 326), donde se hallan reunidos en dos grupos que se separan y acercan

Fig. 326. — Camaleón común.

como las ramas de unas pinzas y que sirven á estos animales para agarrarse á las ramas en que permanecen. Los camaleones

tienen además cola prehensil, lo que les hace animales esencialmente trepadores.

En fin, en otros reptiles organizados para vida más ó menos acuática, los dedos se transforman á veces en una suerte de remo plano, impropio para la marcha, pero muy favorable á la natación. Las tortugas marinas (fig. 327) son los únicos reptiles que presentan hoy en día este último modo de estructura; pero en épocas más antiguas de la historia geológica del globo, se hallaban nuestros mares poblados de grandes animales con remos ó nadaderas, y que por lo demás presentan mucho parecido con los lagartos y serpientes: hanse descubierto esqueletos de dichos reptiles en estado fósil, y se les ha designado con los nombres de ICTIOSAUROS (fig. 328) y de PLESIOSAUROS (fig. 329).

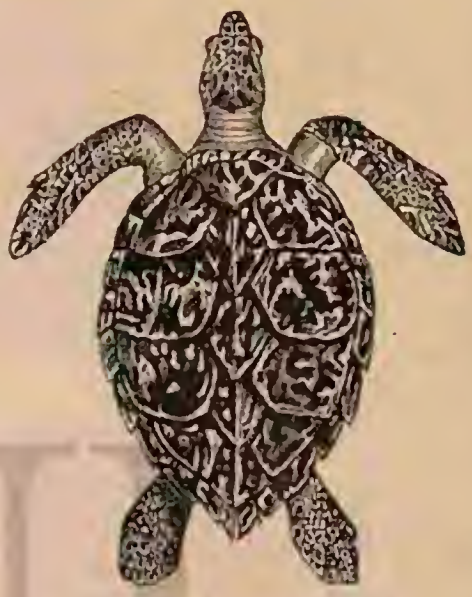


Fig. 327. — Tortuga carey.

Conócense también reptiles alados. Los dragones (fig. 330), animales bastante afines de los lagartos, son de éstos. Se diferencian de todos los demás animales de la misma clase por la existencia de unas como alas formadas por un repliegue de la piel situado á lo largo de los lados y bastante parecido á las alas de los murciélagos, pero que, en vez de estar sostenidas y puestas

Fig. 328. — Ictiosauro.

en movimiento por los miembros, son por completo independientes, y se hallan sostenidas por las primeras seis falsas costillas horizontalmente extendidas en línea recta. El animal se sirve de ellas como de un para-caídas para sostenerse en el aire, cuando

salta de rama en rama; mas no puede moverlas con fuerza suficiente para volar como un murciélago ó un ave. Estos singulares

Fig. 329. — Plesiosauro.

reptiles, que viven en la India, realizan, pues, hasta cierto punto, la fábula de los lagartos ó serpientes voladores, de que hablan algunos escritores de la antigüedad; pero los dragones de

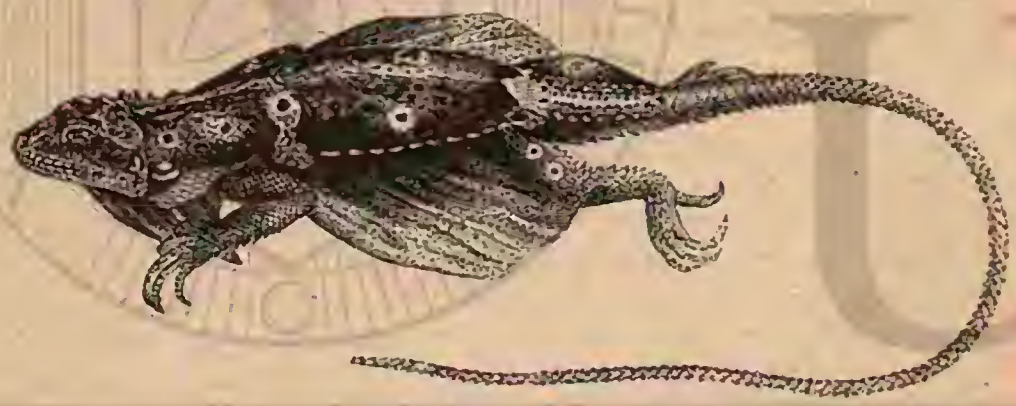


Fig. 330. — Dragón.

los zoólogos, en vez de ser animales temibles, como los de los poetas, son de corto tamaño y no atacan sino á los insectos.

En la época en que vivían los ictiosauros y los plesiosauros, de los cuales hemos hablado no ha mucho, existía también un reptil volador aun más singular que el dragón. Según la estructura de su armazón ósea, se vé que, lo mismo que nuestros murciélagos, debía poder marchar por el suelo y volar; porque sus patas posteriores y todos los dedos de las anteriores, excepto uno, están organizados de la manera ordinaria; pero el segundo dedo de los miembros delanteros es más del doble del tamaño del tronco, y servía probablemente para sostener un repliegue de la piel apropiado para desempeñar las funciones de ala. Para re-

cordar esta singular organización, se ha dado á dichos saurios fósiles el nombre genérico de PTERODÁCTILOS (fig. 331).

Fig. 331. — Pterodáctilo[1].

§ 465. Los movimientos de los reptiles son en general menos vivos y menos sostenidos que los de los mamíferos y aves, como por los demás es fácil prever dada la extensión más limitada de su respiración; pues existe siempre, como ya hemos visto, íntima relación entre la energía de estas dos funciones. Los músculos reciben menos sangre y presentan color blanquizco; en fin, debe igualmente notarse que dichos órganos conservan más largo tiempo su irritabilidad después de sustraídos á la influencia del sistema nervioso. En los animales de sangre caliente, la destrucción del cerebro y de la médula espinal, ó la sección de un nervio, determina inmediatamente una parálisis completa, ya general, ya local; y poco tiempo después de declarado este fenómeno, se hace imposible excitar contracciones musculares picando ó estimulando de otro modo las partes afectadas. En los reptiles, al contrario, la facultad de ejecutar movimientos bajo la influencia de dichos estimulantes se conserva en circunstancias

[1] El fondo negro indica el contorno presumible de la piel.

análogas durante mucho más tiempo: asi continúa moviéndose la cola de un lagarto algunas horas después de separada del tronco, y á menudo sucede ver una tortuga, muerta aparentemente desde algunos días, agitar sus miembros cuando se estimulan los músculos con pinchazos. De esto se puede deducir que, en estos animales, la división del trabajo fisiológico y la localización de las diversas funciones del sistema nervioso son menos perfectas que en los mamíferos y aves, de lo cual resulta dependencia mutua menos íntima entre las diferentes partes de la economía.

§ 466. El encéfalo de los reptiles se halla poco desarrollado; la superficie del cerebro es lisa y sin anfractuosidades (fig. 332). Los dos hemisferios son ovales, más ó menos prolongados y con un ventrículo en su interior; lo mismo que en las aves, no existe cuerpo estriado; en fin, en su parte anterior, nótanse á menudo lóbulos olfatorios bastante gruesos, situados en el origen de los nervios del primer par. Los lóbulos ópticos son en general bastante grandes y se hallan situados detrás de los hemisferios, al mismo nivel. El cerebelo es, al contrario, muy pequeño, y, lo mismo que en los demás animales vertebrados ovíparos, no envía bajo la médula oblongada un prolongamiento transversal, para formar á modo de un anillo como en los mamíferos. La médula espinal, comparada con el cerebro, se halla muy desarrollada, y se observa también que los nervios son más gruesos, en proporción con el volumen de las partes centrales del sistema nervioso, que en los animales superiores.

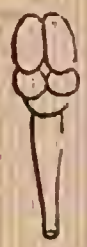


Fig. 332.

§ 467. La mayor parte de los reptiles no tienen órgano especial para el tacto, y en general la sensibilidad tactil no puede hallarse muy desarrollada á causa de la naturaleza de sus tegumentos. La piel está ordinariamente cubierta por una capa epidérmica gruesa formada de láminas más ó menos duras de materia córnea ó hasta ósea. La sustancia conocida con el nombre de *carey* ó *concha*, tan apreciada en la industria, no es otra cosa que las láminas córneas que cubren el carapacho de una especie particular de tortuga marina llamada *carey* (*Chelonia imbricada*) (fig. 327). La epidermis se renueva á menudo, y á veces es parcial esta especie de muda, ó por lo menos no cae la epidermis sino á trozos; pero otras veces se desprende entera y conserva la forma del animal de que procede. Las serpientes se despojan de su piel de este modo dos veces al año.

Nada muy notable presentan los ojos de los reptiles. Su disposición es en general casi la misma que en las aves; pero raramente se encuentra en ellos una prolongación que tenga analogía

con el tercer párpado. De ordinario tienen tres párpados, pero algunas veces faltan completamente. En las serpientes, verbigracia, la piel continúa sin interrupción delante de los ojos presentando sólo en este punto bastante transparencia para no oponer obstáculo al paso de la luz, disposición que da á estos animales fijeza notable en la mirada.

El aparato auditivo es mucho menos completo que en los mamíferos ó hasta que en las aves mismas. La oreja externa falta casi siempre completamente; jamás existe concha auditiva, y el tímpano se halla á flor de la cabeza y descubierto, ó escondido bajo la piel; algunas veces hasta no hay ninguna traza de él; la caja está de ordinario imperfectamente separada por los huesos del cráneo, y comunica por una ancha hendidura con la cámara posterior de la boca, de la que algunas veces sólo parece una dependencia; los huesecillos del oido faltan en la mayor parte; finalmente, el caracol es á menudo rudimentario.

Las fosas nasales se hallan poco desarrolladas, y el sentido del gusto parece escaso en todos estos animales. La lengua es algunas veces gruesa y carnuda, pero en general es delgada, seca, muy protráctil y bífida hacia la punta: las serpientes (fig. 333) y los lagartos presentan ejemplos de esto. En el camaleón es este órgano un instrumento de prehensión muy notable, pues el animal puede alcanzar con la lengua una distancia mayor que el tamaño de su cuerpo, y se termina por una especie de pelota viscosa á la cual se pegan fácilmente las moscas y demás insectos con que se nutre este reptil de movimientos lentos y desmañados.

Fig. 333.

§ 468. Existen pocos reptiles que se alimenten sólo con materias vegetales. Casi todos son carnívoros, y, con raras excepciones, buscan solamente presas vivas, que tragan, en general, sin dividirlas: además la elección de los animales con que se alimentan se halla, por decirlo así, regulada por el calibre de su boca. Esta es siempre muy hendida; pero en las serpientes es donde es susceptible de dilatarse de modo más notable: por esto pueden estos reptiles tragar animales más gruesos que ellos mismos. Las dos ramas de la quijada inferior (*mi*, fig. 334) no están unidas, y la especie de pedúnculo (*t*) que las sostiene (hueso timpánico) es no solamente movible él mismo, sino por hallarse suspendido de una porción del temporal, llamada *hueso mastoideo* (*ma*), que á su vez está sepapado del cráneo (*c*), y sujeto á esta caja ósea solamente por ligamentos y músculos. Las ramas de la quijada superior (*m*) no están fijadas en el hueso intermaxilar

sino por ligamentos que les permiten separarse más ó menos; y las piezas palatinas (*p*) participan también de esta movilidad.

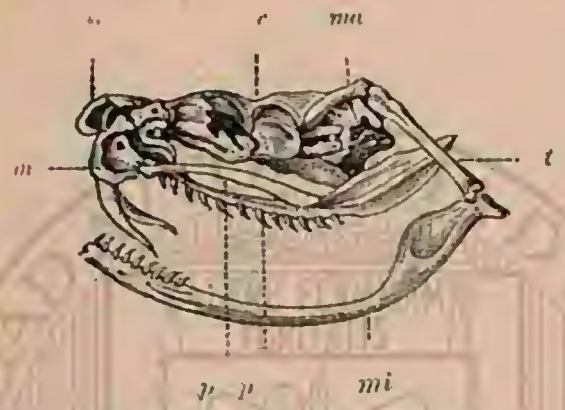


Fig. 334. — Calavera de crótalo.

Este modo de estructura se halla en relación con el régimen de estos reptiles esencialmente carnívoros. En efecto, pueden soportar durante largo tiempo la abstinencia; pero, en general, cuando la ocasión se presenta, engullen en su estómago tan grande masa de alimentos, que, durante la digestión, permanecen en estado de entorpecimiento más ó menos grande; no mascan sus alimentos, pero tienen su boca armada de dientes ganchudos apropiados para retener la presa.

§ 469. Muchas serpientes, tales como la víbora, el aspid (fig. 321), el crótalo ó serpiente de cascabel (fig. 340), y el trigonocéfalo, presentan particularidades de estructura aun más notables; pues la naturaleza les ha dado un aparato venenoso con el cual matan rápidamente, desde que los muerden, los animales con que quieren alimentarse. Su veneno lo secretan por dos glándulas que se parecen mucho á las glándulas salivares, y que lanzan fuera este líquido por un conducto excretorio que desemboca en uno de los dientes maxilares de la quijada superior, cuya forma se halla modificada para estar en relación con las funciones que desempeña. Estas glándulas (fig. 335, *v*) están situadas bajo los músculos temporales, de manera que son comprimidas por la contracción de éstos; y el diente citado, mayor que los demás, se halla unas veces atravesado por un conducto, y otras por un surco solamente; pero en ambos casos, el conducto que presen-

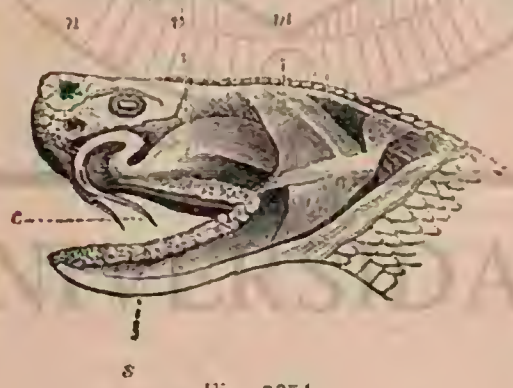


Fig. 335[1].

[1] Aparato venenoso de un crótalo, ó serpiente de cascabel: — *v*, glándula venenosa, cuyo conducto excretorio conduce al diente movible (*c*); — *m*, músculos elevadores de la quijada, que cubren en parte la glándula y pue-

ta se halla en comunicación con el conducto excretorio de la glándula venenosa y sirve para verter el veneno en el interior de la herida que el mismo diente hace. Este veneno es de los más violentos, no es acre ni ardiente y sólo produce en la lengua una sensación análoga á la ocasionada por una materia grasa, pudiéndose tragar impunemente; pero introducido en una herida en cantidad suficiente, produce la muerte con terrible rapidez. Su energía varía según las especies y según las circunstancias en las cuales se encuentre la serpiente. La misma especie parece que es más peligrosa en los países cálidos que en los fríos ó templados, y los accidentes determinados por su mordedura son tanto más graves cuanto mayor sea la abundancia de veneno que entre en la herida: por esto dichos animales son mucho más temibles cuando están ayunos algún tiempo y tienen cantidad considerable de veneno reunida en las glándulas que lo secretan, que cuando han mordido diferentes veces y sólo les queda cantidad ínfima del líquido referido. Hase observado también que su mordida no obra de la misma manera en todos los animales. Parece que para las sanguijuelas, babosas, aspid, culebra y anguis, la ponzoña de la víbora, por ejemplo, no es un veneno, mientras que puede causar la muerte en el acto de todos los animales de sangre caliente, los lagartos y la misma víbora. En general, la cantidad de veneno necesaria para producir la muerte es, en igualdad de circunstancias, tanto más considerable, cuanto mayor sea el animal herido: de este modo, si un centésimo de grano del veneno de la víbora basta para matar un gorrión, sería necesario seis veces más para matar una paloma.

Este veneno, para obrar en la economía animal, debe ser absorbido y conducido al torrente circulatorio; por lo tanto, en los casos de mordida de serpientes venenosas, hay que apresurarse á emplear los medios más propios para detener dicha absorción, á fin de tener tiempo para extraer ó destruir el veneno depositado en el fondo de la herida. La compresión ejercida en las venas por encima del punto mordido, y la aplicación de una ventosa sobre la herida misma, son los medios más convenientes para detener la absorción de la ponzoña; pero, para librar completamente al enfermo del peligro que le amenaza, es necesario, por lo general, ensanchar la herida y cauterizar su fondo con hierro candente ó con cáusticos muy enér-

---

den comprimirla; — *s*, glándulas salivares que se hallan en el borde de las quijadas; — *n*, cañón de la nariz por debajo del cual se ve el hoyuelo que distingue estas serpientes y los trigonocéfalos de las víboras.

gicos. Hanse ponderado también muchos remedios internos, tales como el amoniaco, el arsénico, etc.; pero estos medios, aunque á veces sean útiles, no pueden inspirar gran confianza. Los indios de la América del Sur atribuyen virtudes aun más grandes á una planta de aquel país, conocida con el nombre de *guaco ó miconia guaco:* aseguran que no sólo la aplicación de hojas de guaco sobre la mordedura de las serpientes más peligrosas evita todo efecto deletéreo, sino también que la inoculación del jugo de esta planta, impide la mordedura al hombre de estos animales. Cítanse en apoyo de esta opinión las observaciones de un autor español llamado Vargas y las de Muttis; en fin el célebre y sabio viajero Humboldt piensa, según algunos experimentos, que el guaco puede dar á la piel un olor que repugna á la serpiente y le impide morder.

En cuanto á los síntomas que acompañan la acción del veneno, difieren con las especies y las circunstancias. Por lo general, se debilita extremadamente la circulación, la sangre pierde la facultad de coagularse, y la cangrena invade la parte herida.

La disposición del aparato venenoso varía en dichos reptiles. Unas veces es un gancho movible el diente que termina el conducto excretorio de la ponzoña, y otras un diente inmóvil simplemente acanalado.

Las *serpientes de ganchos venenosos movibles* son las más peligrosas. Estos ganchos (*c*, fig. 335), situados en la parte anterior de la boca, están aislados, son muy agudos y se hallan atravesados por un conducto que se abre cerca de su extremo; están insertados en huesos maxilares muy pequeños (fig. 334), y estos huesos, sostenidos por un largo pedículo, son muy movibles, de suerte que cuando el animal no quiere servirse de sus ganchos, los levanta y esconde en un repliegue de la encía, mientras que en el caso contrario los endereza. Vese uno de estos largos dientes á cada lado, y detrás de él muchos gérmenes destinados á reemplazarlo si se rompe en alguna herida; pero los huesos maxilares no sostienen otros dientes que los citados, y no se ven en el cielo de la boca sino dos líneas de dientes palatinos, en lugar de cuatro líneas, como en las culebras. Estos últimos animales, lo mismo que muchos otros reptiles, tienen dientes en el paladar, lo mismo que en las quijadas. Otros reptiles, al contrario, carecen completamente de dientes, las tortugas por ejemplo, en las cuales están cubiertas las quijadas de una lámina córnea de bordes cortantes como el pico de las aves; pero jamás existen labios carnudos y movibles como en los mamíferos.

§ 470. Como los alimentos no deben permanecer en la boca para ser triturados, el velo del paladar había de ser inútil por lo

general, y en efecto, casi nunca existe. En la mayor parte de estos animales no hay distinción entre la faringe y la boca, y á menudo no existe línea de demarcación bien clara entre el esófago y el estómago, que es simple y de forma variada (fig 338). Los intestinos son cortos y sin apéndice cecal; el intestino grueso difiere poco del delgado, y termina en una cloaca donde vienen también á salir los conductos urinarios y los órganos de la reproducción.

Lo mismo que los animales superiores, tienen los reptiles vasos linfáticos destinados á extraer los productos de la digestión y verterlos en el torrente de la circulación.

§ 471. Su sangre es poco rica en materias sólidas, y los glóbulos elípticos que tiene en suspensión son de un volumen considerable. La disposición del aparato circulatorio varía; pero, como ya hemos dicho (§ 108), existe siempre una comunicación directa entre el sistema vascular de sangre roja y el sistema vascular de sangre negra, de suerte que estos dos líquidos se mezclan, y que los órganos no reciben sino sangre imperfectamente arteriada por el trabajo de la respiración. Casi siempre se compone el corazón de dos aurículas (fig. 336) que comunican con un solo ventrículo. De lo cual resulta que la sangre arterial que viene de los pulmones, recibida en la aurícula izquierda, y la sangre venosa que viene de diversas partes del cuerpo á la aurícula opuesta, se mezclan en dicho ventrículo común. Una parte de esta mezcla vuelve por la arteria aorta á los diversos órganos que debe nutrir, mientras que otra parte se dirige á los pulmones por vasos que nacen inmediatamente del ventrículo común, ó aun de la de arteria aorta. En los cocodrilos, el corazón (fig. 337) está organizado poco más ó menos del

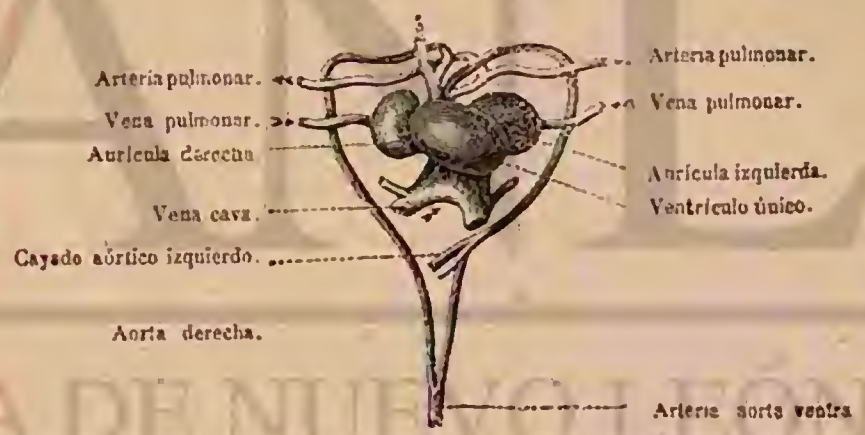


Fig. 336. — Corazón de una tortuga.

BIBLIOTECA FAC. DE MED. U. A. N. L.

mismo modo que en las aves y mamíferos, y presenta un tabique que separa el ventrículo derecho del izquierdo; de ello resulta que dicho órgano tiene dos ventrículos distintos y dos aurículas, y que la sangre arterial no se mezcla con la venosa; pero una disposición particular de las arterias opera esta mezcla á alguna distancia del corazón, y los vasos de toda la mitad posterior del cuerpo no reciben sino sangre imperfectamente arteriada. En efecto, la sangre venosa que recibe en el ventrículo derecho no pasa toda á los pulmones, como en los vertebrados de sangre caliente; porque, al lado de las aberturas de las arterias pulmonares (*ap*), se encuentra otro vaso (*a*) que nace igualmente en el ventrículo derecho, y que, después de encorvarse detrás del corazón, va á desembocar en la aorta ascendente (*ao*). Un orificio practicado en las paredes de estos vasos los hace comunicar entre sí cerca de su origen. De esta disposición resulta que, á cada contracción del corazón, pasa á los pulmones una parte de la sangre venosa, y otra parte va á mezclarse con la sangre arterial; pero esta mezcla no se hace sino en el interior de la arteria y no ocurre principalmente sino por debajo del origen de las ramas (*cc*) que dicho vaso envía á la cabeza y á la parte anterior del tronco, de manera que estas partes reciben sangre arterial casi pura, mientras que todas aquellas cuyas arterias nacen por detrás del punto de unión de la aorta con el vaso que viene del ventrículo derecho, no reciben sino una mezcla de sangre roja y sangre negra.

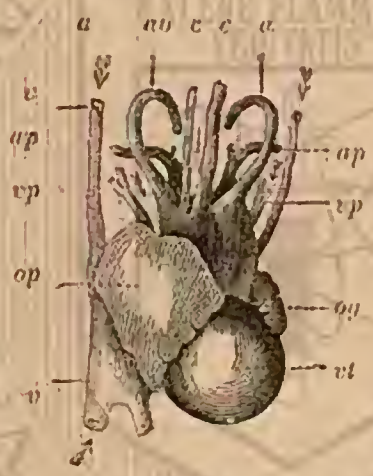


Fig. 337[1].

En cuanto al modo de distribución de las arterias en los reptiles, nos limitaremos á añadir que existen dos ó más cayados aórticos que se encorvan á derecha é izquierda, y se reunen en seguida constituyendo un tronco único (fig. 61, pág. 89).

---

[1] Corazón y grandes vasos del cocodrilo: — *v*, *v*, venas que traen la sangre de las diversas partes del cuerpo á la aurícula derecha del corazón (*od*); — *vl*, los dos ventrículos que interiormente están separados por un tabique; — *ap*, las dos arterias pulmonares van del ventrículo derecho á los pulmones; — *a*, vaso que sale del mismo ventrículo y se une á la arteria aorta descendente; — *vp*, venas pulmonares que llevan la sangre arterial de los pulmones á la aurícula izquierda (*og*), de donde desciende al ventrículo izquierdo y penetra en seguida en la arteria aorta (*ao*) y en las dos arterias (*c*, *c*) que se distribuyen en la cabeza, etc.

§ 472. La respiración es poco activa en los reptiles; la mayor parte de estos animales consumen poco oxígeno, y pueden estar largo tiempo privados de él sin asfixiarse. Por lo demás, la tem-

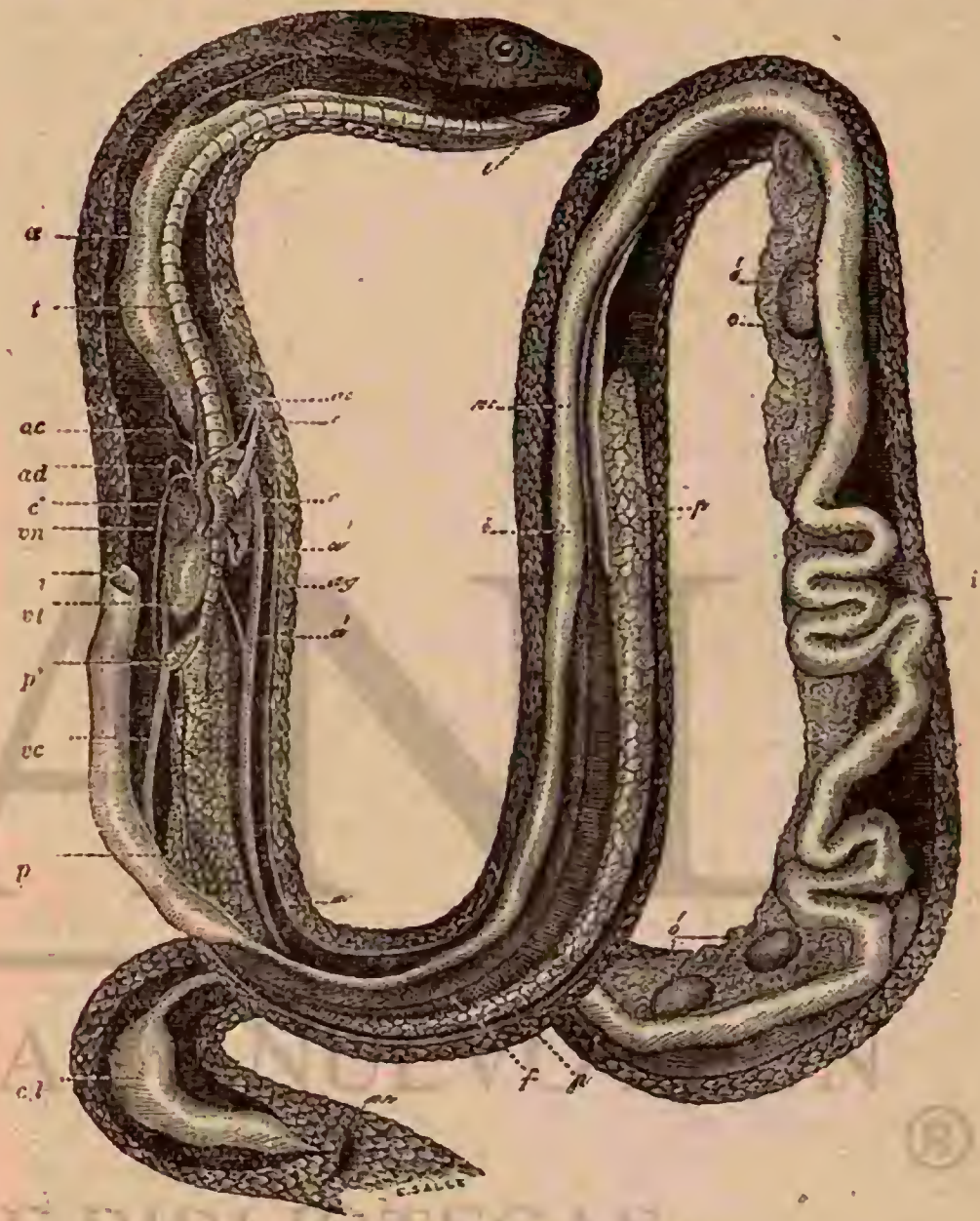


Fig. 338 — Anatomía de la culebra[1]

[1] *l*, lengua y glotis; — *œ*, esófago, cortado en *œ'* para dejar descubierto el corazón, etc.; — *i*, estómago; — *i'*, intestino; — *cl*, cloaca; — *an*, ano; — *f*, hígado; — *o*, ovario; — *o'*, huevos; — *t*, tráquea; — *p*, pulmón principal; — *p'*, pulmón menor; — *vl*, ventrículo del corazón; — *c*, aurícula izquierda del corazón; — *c'* aurícula derecha; — *a*, aorta izquierda; — *ad*, aorta derecha; — *a'* aorta ventral; — *ac*, arterias carótidas; — *i*, vena cava superior — *vc*, vena cava inferior; — *vp*, vena pulmonar

peratura tiene grandísima influencia en este fenómeno, y en la estación cálida se hace sentir más vivamente la necesidad de respirar que en invierno.

Los pulmones están organizados poco favorablemente á una gran actividad de la función que en ellos reside; pues sus células son muy grandes, y por consiguiente es poco extensa la superficie vascular destinada á recibir el contacto del aire. No se hallan situados en una cavidad especial, por no estar el tórax separado del abdomen por un músculo diafragma, y el aire se renueva en su interior con menos facilidad y regularidad que en los animales superiores. En ocasiones mismo, verbigracia, en las tortugas, la inmovilidad de las costillas hace difíciles los movimientos inspiradores ordinarios, y en este caso una especie de deglución contribuye á introducir el aire en los pulmones. Debe también observarse que las serpientes presentan, en la disposición del aparato respiratorio, una anomalía notable, siendo uno de sus pulmones tan rudimentario que á menudo se percibe con dificultad, mientras que el otro adquiere dimensiones considerables (fig. 338).

§ 473. Todos los reptiles son animales de sangre fría, es decir, que no producen bastante calor para tener temperatura sensiblemente superior á la de la atmósfera. Todo su cuerpo se calienta ó se enfría á la vez que el medio ambiente, y los cambios de temperatura que experimentan influyen de este modo poderosamente en todas sus funciones. Un calor de unos 40 á 50 grados es rápidamente funesto á la mayor parte de estos animales, y el frío tiende á debilitar en ellos todos los fenómenos vitales. En invierno no pueden los más de los reptiles digerir las materias ingeridas en el estómago y no toman alimento. Su respiración disminuye también notablemente, y el descenso de la temperatura determina á menudo, en estos animales, un entorpecimiento letárgico análogo al de los animales hibernantes.

§ 474. Lo mismo que las aves, los reptiles no tienen mamas para amamantar sus pequeñuelos, y se reproducen por huevos; sólo que éstos salen del cascarón algunas veces antes de puesto el huevo (en la víbora, por ejemplo). Dase el nombre de *ovovivíparos* á los animales en los cuales se observa este fenómeno.

El modo de desarrollo de la mayor parte de los reptiles no presenta nada de anormal, y al salir del huevo se parecen á los que les han dado el ser, tanto por su modo de respiración como por la estructura general del cuerpo y forma exterior.

§ 474 *bis*. En general, los reptiles abandonan sus huevos en seguida de puestos, y la incubación se efectúa con el calor atmosférico solamente; pero á este respecto existe una excepción nota-

ble: una gran serpiente de la India, afín de las boas y de las culebras, conocida con el nombre de *pitón*, incuba sus huevos, y durante el tiempo que permanece arrollada al rededor de su progenie, desarrolla una cantidad de calor tan grande, que algunas veces se eleva la temperatura de su cuerpo á más de 40 grados.

Fig. 339. — Agamo.

Los reptiles se subdividen en tres órdenes: *Quelonios*, *Saurios* y *Ofidios*.

Los Quelonios, ó Tortugas, tienen las costillas inmóviles y unidas á las vértebras dorsales para constituir un *carapacho* (fig. 324); su cuerpo está igualmente acorazado por debajo con un *peto* (fig. 323); la boca carece de dientes y tiene un pico córneo; en fin, su piel se halla casi siempre cubierta de grandes placas escamosas, y tiene dos pares de miembros bastante semejantes entre sí.

Los Saurios, ó Reptiles lacertiformes, y los Ofidios, ó

Fig. 340. — Crótalo ó serpiente de cascabel.

Serpientes, tienen al contrario las costillas y las vértebras dor-

sales movibles; jamás presentan carapacho ni peto; carecen de pico córneo; su boca es muy dentada y su piel escamosa. Difieren pues considerablemente de las tortugas, pero se parecen mucho entre sí; distínguese les sobre todo par la ausencia ó existencia de patas, y estos órganos desaparecer gradualmente, de modo que se encuentran vestigios de ellas hasta en ciertos reptiles que no pueden emplearlas en la locomoción. Sea como quiera, dase generalmente el nombre de *Ofidios* á los que no tienen miembros, reservándose el nombre de *Saurios* para los que los poseen, pa-

Fig. 341. — Cocodrilo (*Crocodilus vulgaris*).

reciéndose así á los lagartos (fig. 319). Como ejemplos de ofidios citaremos las Víboras, Crátolos (fig. 340) y Najas (fig. 321) entre las serpientes venenosas; y las Culebras, Boas y Pitones, entre las no venenosas. El orden de los Saurios comprende los Cocodrilos (fig. 341), Lagartos (fig. 319), Camaleones (fig. 326), Geckos (fig. 325), Agamos (fig. 339), Iguanas, etc.

SUB-TIPO

DE LOS

VERTEBRADOS BRANQUIALES Ó VERTEBRADOS ANALANTOÍDEOS.

§ 475. Como ya hemos dicho, los vertebrados que en la primera edad, ó en toda la duración de la vida, respiran por medio de branquias, forman un grupo natural que se caracteriza igualmente por un modo particular de desarrollo: el feto no se halla encerrado en la bolsa membranosa llamada amnios, como ocurre en los Mamíferos, Aves y Reptiles; en fin, no existe alantoides, órgano que, en los vertebrados superiores, sirve para la respiración durante el periodo de vida que precede al nacimiento.

Este grupo se compone esencialmente de los Batracios y de los

Peces, pero comunmente se incluye en él también un animal muy singular, que parece el representante más sencillo del tipo característico de los vertebrados y que se conoce con el nombre de *Amphioxus*.

CLASE DE LOS BATRACIOS.

§ 476. Los Batracios ó Anfibios, que por largo tiempo se han confundido con los reptiles, son animales que, en la primera edad, respiran por branquias y se parecen á los peces en la forma general del cuerpo, pero que experimentan metamorfosis y adquieren pulmones antes de llegar al estado adulto.

Lo mismo que los peces y reptiles, son los batracios animales de sangre fría. Su circulación es incompleta y la respiración poco activa. Su corazón no se compone sino de un ventrículo común y de dos aurículas poco distintas entre sí. Finalmente, el esqueleto es muy incompleto y la piel desnuda.

La forma general del cuerpo varía: algunos batracios, las salamandras, por ejemplo, se parecen exteriormente á lagartos que no tuviesen escamas, y las cecilias son ápodos y cilíndricas como los ofidios; pero la mayor parte de estos animales tienen el cuerpo grueso y sin cola, y los miembros poco desarrollados, como se ve en la rana y el sapo ó escuerzo (fig. 342).

Fig. 342. — Sapo (*Bufo viridis*).

§ 477. El modo de desarrollo de los batracios difiere considerablemente del que es común á los reptiles y á las aves y se parece al que se verifica en los peces. Mientras está el embrión en el huevo, no se encuentra envuelto en la membrana que los anatómicos designan con el nombre de *amnios* y que se encuentra siempre en los animales de las tres clases precedentes; carece asimismo del saco de paredes vasculares llamado *alantoides*, que desempeña importante función en la respiración de los reptiles y de las aves durante la incubación, y que falta también en los peces. En fin, ningún carácter importante los diferencia al nacer de estos últimos animales.

Los batracios, en la primera edad, se conocen con el nombre de *renacuajos,* y se hallan organizados para la vida acuática. Nacen sin patas y con una larga cola aplanada que les sirve de nadadera; tienen de cada lado del cuello grandes branquias en forma de penachos (*b*, *b*, fig. 343), y su esqueleto es cartilaginoso.

Fig. 343. — Renacuajo de la rana.

Algunas veces persisten las branquias exteriores durante toda la vida, y funcionan, en el animal adulto, de concierto con los pulmones, de los cuales se halla siempre éste provisto: así sucede en los proteos y en la mayor parte de los ajolotes (fig. 344) y sirenas. Pero en la mayor parte de los batracios no tardan en disminuir y desaparecer estos penachos (fig. 345), sin que cese la respiración de ser acuática; porque los renacuajos poseen, además, branquias interiores, como los peces. Estos últimos órganos están situados debajo del cuello, á lo largo de cuatro arcos cartilaginosos que pertenecen al hióides, y se hallan cubiertos por la piel; el agua llega á ellos por la cavidad bucal, y se escapa en seguida fuera por uno ó dos orificios situados debajo del pescuezo. Luego comienzan á presentarse las patas. En los renacuajos de la rana, las que primero se forman son las patas posteriores, adquiriendo tamaño bastante considerable antes que se hagan visibles las anteriores; éstas se desarrollan bajo la piel, que más tarde atraviesan (fig. 345). En las salamandras se observa lo contrario: los miembros posteriores faltan todavía cuando los del primer par se hallan bastante desarrollados. En fin, en las sirenas, nunca se forman estos últimos, y durante su vida toda permanece el animal con las dos patas delanteras solamente. La cola del renacuajo continúa creciendo á la vez que el resto del cuerpo en las salamandras, proteos, etc. Pero en las ranas, sapos (fig. 342) y muchos otros batracios, este apéndi-


Fig. 344. — Ajolote.

ce comienza á secarse cuando las patas se han desrrollado, y se atrofia poco á poco á fin de desaparecer completamente en el animal perfecto. Hacia la misma época se desarrollan y comienzan á funcionar los pulmones; de suerte que en dicho perío-

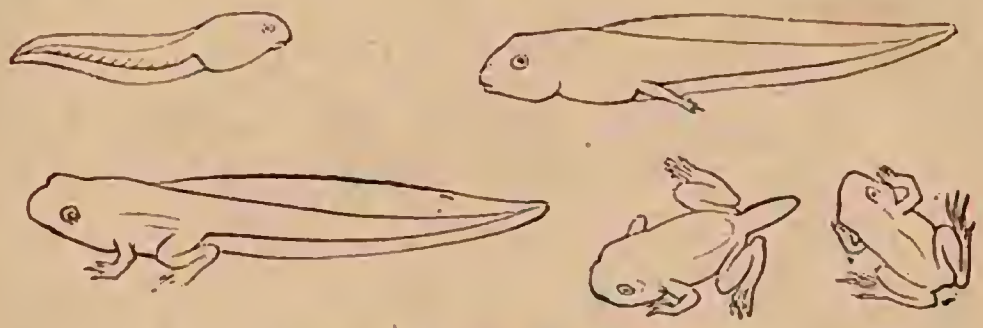


Fig. 345. — Metamorfosis de la rana.

do de su existencia merecen los batracios bajo todos conceptos el nombre de anfibios. Algunas veces, como ya hemos dicho, conservan las branquias durante toda la vida y permanecen por consiguiente verdaderos anfibios; pero por lo general se atrofian estos órganos de respiración acuática á medida que se desarrollan los pulmones y en el adulto no quedan trazas de ellos.

El aparato de la circulación experimenta cambios que corres-

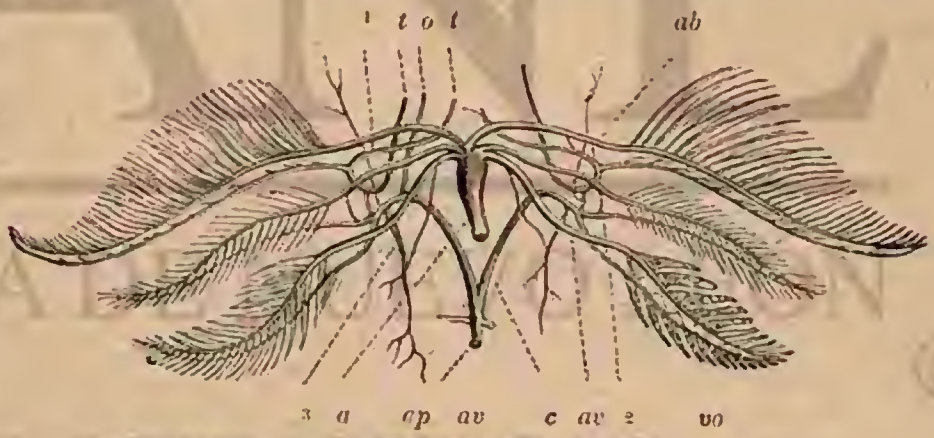


Fig. 346. — Vasos sanguíneos del renacuajo de la rana.

ponden á los que ocurren en los órganos de la respiración. El corazón de los batracios adultos se compone, como en la mayor

---

[1] *a*, arteria que sale del ventrículo único del corazón y se divide en seis ramas (*aò*) que se dirigen á los tres pares de branquias ramificándose en

parte de los reptiles, de dos aurículas y de un solo ventrículo, donde nace un grueso bulbo contráctil, y que no tarda en bi-

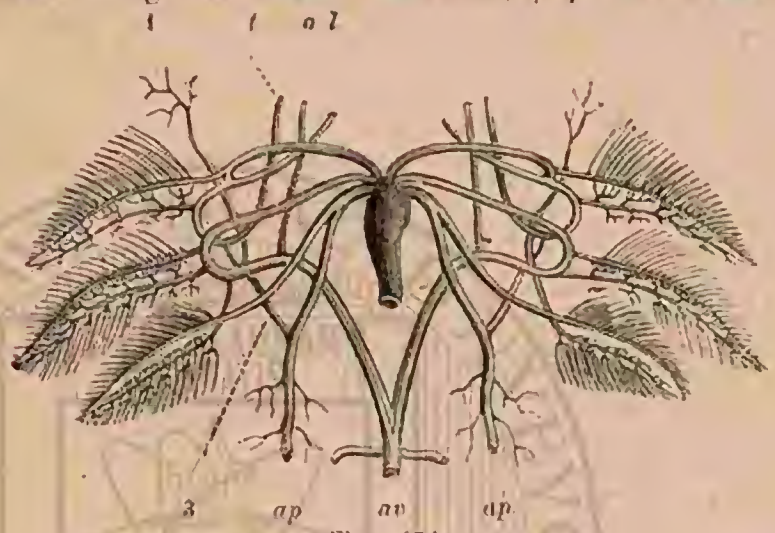


Fig. 347[1].

furcarse para formar los dos cayados de la aorta. Pero cuando el animal joven respira por las branquias solamente, la sangre,

ellas (llamáselas *arterias branquiales*); — *br*, las branquias, en las cuales se ven distribuídas las arterias branquiales y nacer las venas branquiales (*vb*) que reciben la sangre después de haber pasado por las laminillas de las branquias: las de los dos últimos pares de branquias se reunen para producir de cada lado un vaso (*c*) que, anastomosándose á su vez con el del lado opuesto, forma la arteria aorta ventral ó arteria dorsal (*av*), la cual se dirige atrás y distribuye la sangre en la mayor parte del cuerpo: la vena branquial del primer par de branquias se encorva hacia delante y lleva la sangre á la cabeza (*t*, *l*); — 1, pequeña rama anastomótica finísima que une la arteria y la vena branquiales entre sí en la base de la primera branquia, y que, ensanchándose después, permite á la sangre pasar del primero de estos vasos al segundo sin pasar por la branquia; — 2, pequeña branquia anastomótica que establece el paso de la misma manera entre la arteria y la vena de las branquias del segundo par; — 3, vaso que, reuniéndose con un filete situado más adentro, une igualmente la arteria y la vena de las branquias posteriores; — *o*, arteria orbitaria; — *ap*, arterias pulmonares rudimentarias.

[1] Fig. 347. Las mismas partes que en la figura 346, en un renacuajo cuyas branquias comienzan á perder importancia en la respiración, y donde una parte de la sangre va del corazón á las diversas partes del cuerpo sin pasar por dichos órganos. Las mismas letras indican los mismos vasos que en la figura precedente, y se notará que las ramas anastomóticas (1, 2, 3), que en el renacuajo precedente eran capilares y no podian dejar pasar una cantidad notable de sangre, son en este que se representa en la fig. 347 bastante gruesas, pareciendo que más con ellas que con los vasos branquiales se continúan las arterias que vienen del corazón. Las arterias pulmonares están también más desarrolladas. — Fig. 348. Las mismas partes en el animal perfecto, indicadas por las mismas letras; los vasos que, en el renacuajo, se dirigen á las branquias del segundo par, se continúan aquí con la aorta por intermedio de las ramas anastomóticas núm.2, constituyendo así los dos cayados aórticos.

echada del ventrículo, se distribuye en dichos órganos, y de allí se dirige en su mayor parte á una arteria dorsal cuyas ramas se ramifican en los diversos órganos (fig. 348). Ya hemos

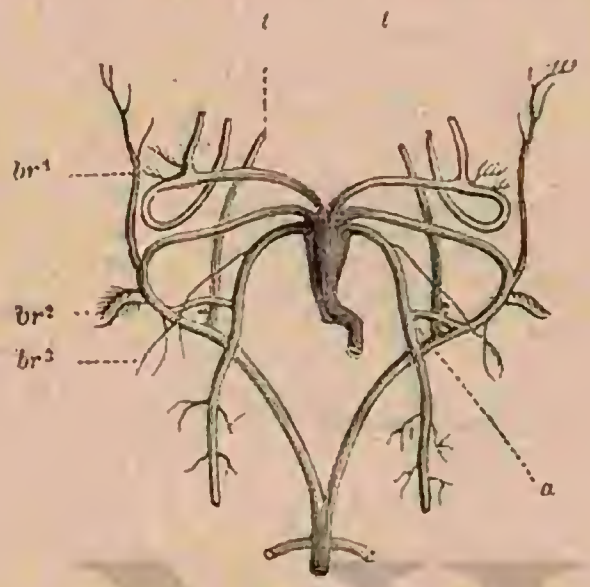


Fig. 348.

visto que, en los peces, sigue la sangre el mismo trayecto (§ 109); pero cuando los pulmones se desarrollan, cambia la disposición del aparato vascular: establécese una comunicación directa entre las arterias que llevan la sangre á las branquias y las que la reciben de este órgano; de suerte que el líquido nutricio no tiene necesidad de atravesar este aparato de respiración acuática para llegar á la arteria dorsal y de allí á las diversas partes del cuerpo. La arteria (*a*) que nace del ventrículo, y que al principio se podría comparar con una arteria branquial, se vuelve entonces origen del vaso dorsal y constituye con él una verdadera arteria aorta, algunas de cuyas ramas, que se dirigen á los pulmones, se desarrollan á la vez y establecen la circulación pulmonar. Finalmente, los vasos branquiales se obliteran, y entonces la circulación se verifica poco más ó menos como en los reptiles. La sangre venosa que viene de todas las partes del cuerpo, es vertida en el ventrículo por una de las aurículas, y se mezcla con la sangre arterial que viene de los pulmones y es lanzada al mismo ventrículo por la otra aurícula (fig. 348). Esta mezcla penetra en la aorta, dirigiéndose una pequeña parte á los pulmones y el resto á los diversos órganos del animal.

Los pulmones de los batracios adultos no presentan sino un número reducido de células incompletas, y no reciben la sangre

que debe experimentar la acción del aire sino por intermedio de dos pequeñas ramas de la arteria aorta, que desempeñan las funciones de arterias pulmonares. Por esto la respiración pulmonar es débil en dichos animales; mas la respiración cutánea suple en parte la inactividad de los pulmones, y cuando es baja la temperatura puede bastar á la conservación de la vida.

El estado incompleto del esqueleto (fig. 349) en los batracios adultos necesita, en estos animales, un modo de inspiración análogo al que ya hemos visto en las tortugas. En ellos faltan las costillas más ó menos completamente, y el tórax, desprovisto de armadura sólida, no puede dilatarse como en los mamíferos, aves y reptiles. Es, pues, por movimientos de deglución como el animal atrae el aire á sus pulmones; así, para impedir á una rana el respirar, basta que se le mantenga muy abierta la boca.

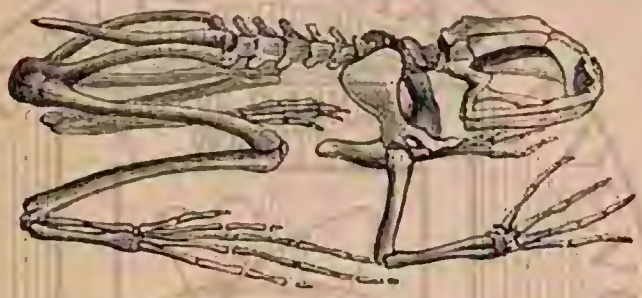


Fig. 349. — Esqueleto de rana.

Finalmente, el sistema nervioso de dichos animales se halla poco desarrollado: el encéfalo es pequeñísimo y el cerebelo sobre todo es apenas visible.

Fig. 350. — Rubeta (*Hyla viridis*).

§ 478. La clase de los Batracios es poco numerosa, pero presenta modificaciones de estructura tan considerables, que es necesario dividirla en cuatro órdenes, á saber:

Los ANUROS, que pasan metamorfosis completas, y que, en estado adulto, carecen siempre de cola, como lo indica su nombre. Son éstos las Ranas, Sapos, Rubetas (fig. 350), Pipas, etc.

Los URODELOS, que conservan la cola, pero que tienen cuatro miembros y carecen de branquias en estado adulto, verbigracia: las Salamandras acuáticas ó Tritones (fig. 351).

Los PERENNIBRANQUIOS, que conservan sus branquias durante toda la vida, y que tienen también pulmones en la edad adulta, verbigracia: Proteos, Ajolotes (fig. 344), Menobranquios y Sirenas.

En fin las CECILIAS, que carecen por completo de miembros y se asemejan á las serpientes, por la forma general de su cuerpo.

Fig. 351. — Salamandra acuática.

Hanse descubierto últimamente animales muy curiosos, que poseen branquias y pulmones como los batracios perennibranquios, pero que tienen nadaderas cilíndricas en lugar de patas, y que se parecen de tal modo á los peces por el conjunto de su organización, que la mayor parte de los zoólogos los incluyen en la clase siguiente. Estos animales son los Lepidosirenus (fig. 168).

CLASE DE LOS PECES.

§ 479. La quinta y última clase del tipo de los animales vertebrados comprende los PECES.

Estos animales viven en el agua como es sabido, y esta circunstancia ha impreso á toda su organización un sello particular; pero las diferencias más importantes que presentan, cuando se les compara con los demás vertebrados, consisten en la conformación de los aparatos de la respiración y de la circulación. Carecen de pulmones en todas las épocas de su vida y respiran solamente por branquias ó *agallas*. Su corazón no contiene sino dos cavidades y sólo recibe sangre venosa; este líquido, después de sufrir el contacto del oxígeno, pasa á un vaso dorsal, donde ninguna nueva fuerza motriz acelera su carrera hacia las diversas partes del cuerpo (§ 109). La circulación no puede, pues, ser en ellos tan activa como en los animales superiores, y su sangre es fría como la de los reptiles. Tienen la piel cubierta de escamas casi siempre; carecen de las mamas que caracterizan á los mamíferos, y se reproducen por huevos; en conclusión sus miembros tienen forma de nadaderas ó aletas.

§ 480. La forma exterior de los peces es variable; mas su

cuerpo es de ordinario todo igual. La cabeza, tan gruesa como el tronco, no se halla separada de éste por un estrechamiento parecido al cuello de los vertebrados superiores, y la cola no se distingue del resto del cuerpo por lo ancha de su base. Algunos de estos animales carecen completamente de aletas; pero en casi todos, vese considerable número de estos órganos colocados, unos en la línea media del lomo y del vientre, y por consiguiente impares, otros á los lados y dispuestos por pares (fig. 252). Estos últimos representan los cuatro miembros de los animales vertebrados. Los miembros anteriores, que corresponden á los brazos del hombre y á las alas de las aves, están fijados inmediatamente detrás de la cabeza, de cada lado del tronco, y se llaman *aletas pectorales*. Los miembros abdominales (*v*), menos alejados uno de otro, ocupan en general la faz inferior del cuerpo, y pueden estar colocados más ó menos adelante ó atrás, desde la parte inferior de la garganta hasta el origen de la cola: llámaseles *aletas ventrales*. Las nadaderas impares ocupan, como ya hemos dicho, la línea media del cuerpo, y se distinguen con los nombres de *aletas dorsales* (*d*), *aleta anal* (*a*) y *aleta caudal* ó *cola* (*c*), según se hallen en el lomo, debajo de la cola ó en la extremidad de ésta. Por lo demás, unas

Fig. 352 — Salmonete (*Mulus barbatus*) [1].

y otras tienen poco más ó menos la misma estructura, y consisten casi siempre en un repliegue de la piel sostenido por radios óseos ó cartilaginosos, casi de la misma manera que las alas de los murciélagos y de los dragones están sostenidas por los dedos ó por las costillas de estos animales.

Obsérvanse asimismo, en la superficie exterior del cuerpo, grandes bendiduras de cada lado, inmediatamente detrás de la

[1] El salmonete para mostrar las diversas aletas, etc.: — *p*, aleta pectoral; — *v*, aleta ventral; — *d*¹, primera dorsal; — *d*², segunda dorsal; — *c*, aleta caudal ó cola; — *a*, aleta anal; — *o*, abertura de las agallas; — *b*, barbillas de la quijada inferior.

cabeza, que sirven para dar salida al agua que ha bañado las branquias (*o*): son las aberturas de las agallas. Por lo general, no existe sino una de cada lado y su borde anterior es movible. En fin, existe en toda la longitud del cuerpo, de cada lado, una serie de poros que forman lo que los ictiólogos llaman *línea lateral.*

Algunas veces tienen la piel desnuda, mas casi siempre está cubierta de escamas. En ocasiones estas escamas parecen granos ásperos; otras, tubérculos muy gruesos ó placas de mucho espesor; pero, en general, presentan el aspecto de laminillas delgadas colocadas como las tejas en un tejado é introducidas en repliegues del dermis. Puédeseles comparar con nuestras uñas, pero contienen muchas más sales calcáreas. En cuanto á los colores de estos animales, admiran por su variedad y brillo. Unas veces no pueden compararse sino con el oro ó la plata más brillante; otras, son los matices más ricos de los co-

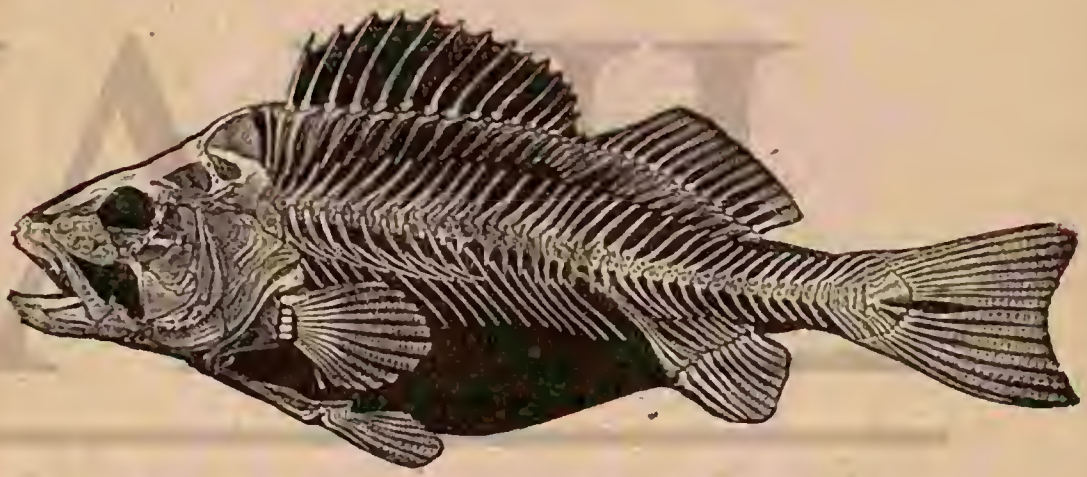


Fig. 353. — Esqueleto de perca — (*P. Fluviatilis*).

lores verde, azul, rojo y negro los que presentan. La materia plateada, que les da á menudo brillo metálico tan hermoso, es secretada por el dermis, y se compone de una multitud de laminillas lustrosas.

§ 481. El esqueleto de los peces es óseo de ordinario; pero en algunos de estos animales, tales como la raya y el tiburón, permanece constantemente en estado fibro-cartilaginoso ó cartilaginoso, y aun los hay en los cuales presenta esta armadura menos solidez y permanece casi membranosa: ciertas lampreas están en este caso, y, á este respecto, establecen el paso entre los vertebrados y los invertebrados.

§ 482. Los huesos no tienen jamás conducto medular, y el cartílago que constituye la base de ellos no se parece al de los mamíferos y aves; porque, cuando se hace hervir en agua, no produce gelatina.

El esqueleto (fig. 353) se compone de cabeza, á la cual va unido un aparato hióides muy desarrollado y que sirve para la respiración; tronco y miembros.

§ 483. La estructura de la cabeza es complicadísima. Obsérvase primero una parte media, compuesta de un gran número de huesos articulados entre sí por suturas que forman una especie de casco fijo, del cual están suspendidos los huesos de la quijada, mejillas, etc. Esta porción media, cuya forma ordinaria es poco más ó menos la de una pirámide de tres caras que tenga el vértice dirigido hacia adelante (fig. 354), presenta por detrás la caja del cráneo (*c*), donde se sitúa el aparato del oído, lo

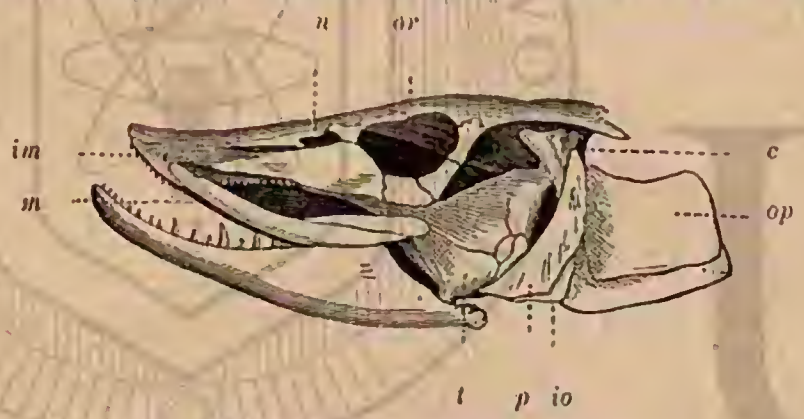


Fig. 354. — Huesos de la cabeza del lucio[1].

mismo que el encéfalo. La parte media se halla ahuecada para formar las cavidades orbitarias (*or*), y por delante se notan los hoyillos pertenecientes al aparato olfatorio (*n*), y una especie de grueso botón formado por el hueso vómer que sirve para sostener la quijada superior (fig. 355, *v*). Entre dichos huesos se distinguen los análogos del occipital, temporales, esfenoides, pariatales, frontal, etmoides y vómer; pero los más de éstos se

[1] Cráneo; — *or*, órbita; — *n*, fosas nasales; — *em*, hueso intermaxilar; — *m*, hueso maxilar superior; — *t*, especie de tabique lateral que separa la mejilla de la boca, y que se articula por delante con el vómer por medio de las arcadas palatinas, de las que se perciben una porción por encima del hueso maxilar, hacia arriba con el cráneo (*c*), por debajo con la quijada inferior, y por detrás con el preopérculo (*p*), que á su vez, sostiene el opérculo *op*; — *io*, hueso preopercular seguido de un sub-opercular.

componen de varias piezas que jamás se sueldan entre sí, como sucede desde muy temprano en los mamíferos y las aves.

En la extremidad anterior de esta porción craneana de la cabeza se encuentra la quijada superior, que á veces está fijada en ella de una manera inmóvil, pero que, en general, conserva gran movibilidad : en ella se distinguen, de cada lado, un hueso intermaxilar (*im*), situado cerca de la línea media, y un hueso maxilar (*m*), que se extiende lateralmente y que se mueve sobre el primero.

Una cadena de piecesillas óseas se extiende de cada lado del

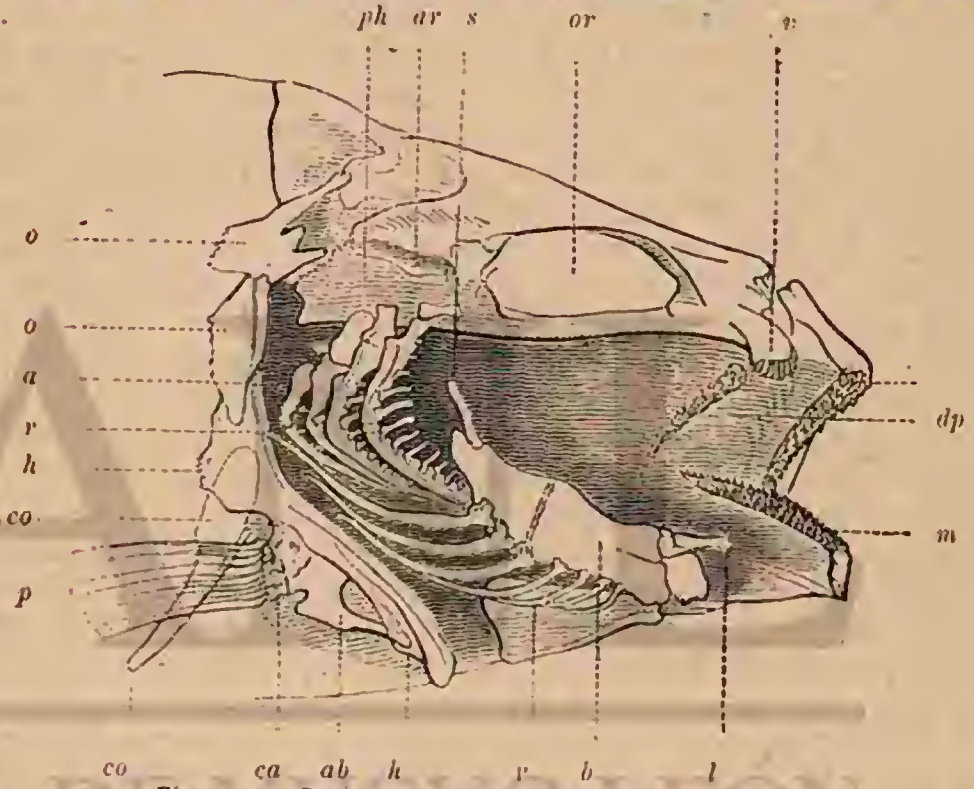


Fig. 355. — Cabeza y aparato respiratorio de un pez[1].

ángulo anterior de la fosa orbitaria, á su ángulo posterior, completando así el círculo orbitario. Más adentro se ven además

[1] Fig. 355. Cabeza ósea de la perca, de la cual se ha separado, de un lado, las quijadas, tabique yugal y opérculo, para dejar cubierto el interior de la boca y el aparato hioides : — *c*, cráneo; — *or*, órbita; — *v*, vómer (con dientes); — *im*, quijada superior; — *dp*, dientes implantados en la bóveda palatina; — *m*, quijada inferior; — *l*, hueso lingual; — *b*, ramas laterales del aparato hioides; — *s*, estilete que sirve para suspender dichas ramas de la faz interna de los tabiques yugales; — *r*, radios branquiostegos; — *a*, arcos branquiales; — *ph*, huesos faríngeos superiores; — *ar*, superficie articular del tabique ya mencionado; — *o* á *h*, cintura ósea que sostiene la aleta pectoral (*p*); — *o* y *o'* omoplato dividido en dos piezas; — *h*, húmero; — *ab*, hueso del antebrazo; — *ca*, hueso del carpo; — *co*, hueso caracoides.

de cada lado una suerte de tabique vertical suspendido del cráneo, que separa las órbitas y las mejillas de la boca. Hállase formado por los análogos de los huesos palatinos, pterigoides, timpánico, etc., y se articula con el cráneo por dos puntos (sobre el vómer y sobre los sienes). En su parte inferior, da inserción á la quijada inferior, y por detrás se prolonga de modo que constituye una suerte de cubierta movible que protege el aparato respiratorio y que se llama *opérculo*. Tres piezas de cada lado forman la quijada inferior, que se articula por una superficie cóncava con el aparato yugal de que acabamos de hablar. En fin, por dentro de estos tabiques laterales y en el fondo de la boca, se encuentra una armadura de estructura muy complicada, que sirve para la inserción de las branquias ó para la protección de estos órganos, y que parece formado por el análogo del hióides llegado á grandísimo desarrollo (fig. 355). El hueso de la lengua (*l*) continúa hacia atrás por una serie de piezas medianas, y se articula de cada lado con una rama lateral muy larga y gruesa (*b*), que, por su extremidad opuesta, se halla como suspendida de la faz interna del tabique lateral de la cabeza de que ya hemos hablado. Estas ramas laterales, formadas de muchos huesos, llevan en su borde inferior una serie de radios planos y encorvados (*r*), que concurren con los opérculos á completar las paredes de las cavidades branquiales, y se conocen por el nombre de *radios branquiostegos*. Por detrás de estas ramas, parten de la porción media del aparato hióides cuatro pares de arcos óseos (*a*), que se dirigen hacia fuera, luego se encorvan hacia arriba y hacia dentro, y van á fijarse en la base del cráneo por intermedio de algunos huesecillos llamados *faríngeos superiores* (*ph*). Estos arcos sostienen las branquias, y por la misma razón se llaman *arcos branquiales*. En fin, por detrás de los del último par, á la entrada del esófago, se ven dos huesos faríngeos inferiores, dispuestos ordinariamente de manera que puedan aplicarse contra los huesos faríngeos superiores que acabamos de citar.

Tal es, en general, la complicada estructura de la cabeza ósea de los peces. En ella se observan anomalías algunas veces: así, en el pez espada y algunas otras especies afines de los atunes, la quijada superior se prolonga constituyendo una especie de pico parecido á un asador ó á una hoja de espada, de cuya prolongación se sirven estos peces como de arma po-

Fig. 356. — Pez espada (*Xyphias gladius*).

derosa para atacar los mayores animales marinos. En cuanto á la comparación de las diversas piezas de que se compone, con los huesos de la cabeza de los mamíferos, no nos detendremos en ella, porque en esto existe mucha incertidumbre.

§ 484. La columna vertebral, que sigue á la cabeza, no presenta sino dos porciones distintas, una dorsal y otra caudal (fig. 353), pues no existe pescuezo ni sacro. El cuerpo de las vértebras tiene una forma particular: hállase ahuecado hacia delante y atrás por una cavidad cónica; estos dos espacios vacíos se unen algunas veces de manera que quedan transformados en un agujero, y la doble cavidad cónica que resulta de la yuxtaposición de las dos vértebras inmediatas se halla llena de una sustancia blanda. El anillo destinado al paso de la médula espinal tiene encima una apófisis espinosa, y de cada lado se ve por lo general una apófisis transversa más ó menos distinta, que, por encima de la cavidad abdominal, se dirige hacia fuera y se articula de ordinario con la costilla correspondiente, pero que, en la porción caudal de la columna, se dirige hacia abajo, y forma á menudo, con la del costado opuesto, un anillo, de cuya parte inferior nace una larga apófisis espinosa semejante á la que está situada en la faz dorsal de la vértebra.

Las costillas faltan algunas veces, otras veces rodean todo el abdomen, y, en poquísimos peces, vienen á fijarse en una serie de huesos impares que deben considerarse como un esternón. Á menudo sostiene cada costilla uno ó dos estiletes que se dirigen hacia fuera y penetran en la carne. En ocasiones existen también estiletes parecidos á éstos, que salen del cuerpo de las vértebras; y por esto en algunos géneros, tales como el de los Arenques, son tan abundantes las espinas.

En fin, también se observa, en la línea media del cuerpo, cierto número de huesos llamados *interespinosos* (fig. 357, *i*), que, en general, se apoyan contra el extremo de las apófisis espinosas de las vértebras y que se articulan por su extremidad opuesta con los radios de las aletas impares (*r*). Estos radios son unas veces huesos puntiagudos llamados *espinas*, otras, varillas osificadas sólo en su base, formadas á continuación de una multitud de pequeñas articulaciones, y á menudo ramificadas hacia

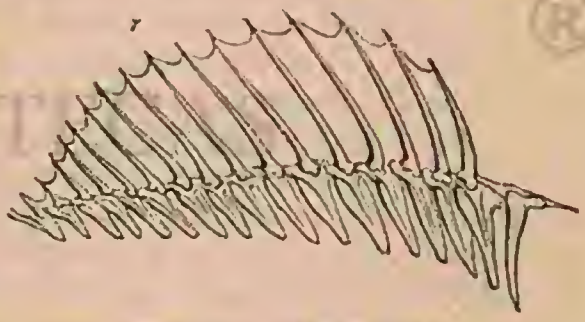


Fig. 357. — Aleta dorsal.

el extremo. Estos últimos apéndices se llaman *radios blandos* ó *articulados:* forman siempre la aleta caudal (fig. 353), y á veces no existen otros.

§ 485. Las aletas laterales, que representan los miembros, están terminadas por radios semejantes á los de las aletas ventrales y análogos á los dedos. En la aleta pectoral se encuentra, en la base de sus apéndices, una serie transversal de cuatro ó cinco huesecillos planos (fig. 355, *ca*), comparables á los huesos del carpo, que, á su vez, se hallan fijados á dos huesos planos (*ab*), que parecen ser el radio y el cúbito ensanchados. Este aparato se halla sostenido por una especie de cintura ósea situada inmediatamente detrás de las agallas, y sobre la cual se aplica el opérculo como sobre un jambaje: compónese de una serie de tres huesos que se extiende desde el cráneo hasta el aparato hioideo, y lleva hacia atrás un largo estilete. La pieza principal que entra en su composición es la que sostiene el antebrazo, y que, por consiguiente, puede compararse al húmero (*h*): únese inferiormente á la del lado opuesto y con un prolongamiento medio del aparato hioideo, y está en relación con el cráneo por intermedio de dos huesos que Cuvier considera como análogos del omoplato (*o*); en fin, el estilete que sale de él y se prolonga hacia atrás á los lados del cuerpo está ordinariamente formado de dos piezas y puede compararse á un hueso coracoides (*co*).

Los miembros posteriores (fig. 353) son menos complicados; los radios de la aleta están sostenidos por un solo hueso, en general triangular, que á menudo se liga por delante á la sínfisis media de la cintura ósea del miembro pectoral, y otras veces permanece suspendido en los músculos.

§ 486. En los peces cartilaginosos, como las rayas, tiburones y lijas ó perros de mar, la disposición del esqueleto difiere de la que acabamos de describir, y presenta grandísima semejanza con el esqueleto cartilaginoso de los renacuajos. El cráneo no está dividido por suturas y no se compone sino de una sola pieza, modelada sin embargo y casi con las cavidades del cráneo de un pez común. La quijada superior está formada por piezas análogas á los huesos palatinos ó al vómer; los maxilares y los intermaxilares no existen, ó no se encuentran sino vestigios de ellos, cubiertos por la piel. La quijada inferior no tiene igualmente sino una pieza de cada lado, y por lo general falta del todo el aparato opercular. La columna vertebral se halla formada algunas veces en gran parte por un solo tubo, con agujeros laterales para dar salida á los nervios, pero no dividido en vértebras distintas; muchas veces también, el cuer-

po de las vértebras se halla atravesado de parte á parte, de modo que la sustancia gelatinosa que llena los intervâlos de dichos huesos forma un cordón continuo. En cuanto á la disposición de los huesos del hombro, pelvis y aletas, es variable En fin, el aparato hioídeo, que sostiene las branquias, se halla en general conformado casi del mismo modo que en los peces ordinarios; pero en los últimos grados de esta serie (verbigracia, en las lamprehas), faltan los arcos branquiales.

§ 487. La mayor parte de los peces nadan con gran agilidad: asegúrase que el salmón, por ejemplo, avanza algunas veces con velocidad de 8 metros por segundo y recorre en una hora 3 ó 4 miriámetros. En general se mueven batiendo lateralmente el agua por flexiones alternativas de la cola y del tronco: por eso se hallan tan desarrollados los músculos destinados á encorvar lateralmente la columna vertebral, que ellos solos constituyen de ordinario la mayor parte de la masa del cuerpo. Las aletas impares, es decir la caudal, la dorsal y la anal, sirven para aumentar la extensión de esta especie de remo; pero las aletas laterales, esto es, las pectorales y las ventrales, contribuyen poco á la propulsión y en general su principal aplicación consiste en dar dirección á la carrera y sobre todo mantener en equilibrio al animal.

§ 488. Una particularidad de la organización de los peces, muy favorable á la natación, es la existencia de una especie de cavidad llena de aire dispuesta de manera que puede comprimirse á voluntad. Esta *vejiga natatoria*, situada en el abdomen, debajo de la espina dorsal, comunica á menudo con el esófago ó con el estómago por un conducto por el cual puede escaparse el aire contenido en su interior, pero en general no parece que este fluido pueda entrar en la vejiga por dicha vía: es el producto de una secreción que se verifica en una porción glandular de las paredes del depósito mismo y algunas veces está éste completamente cerrado. Con los movimientos de las costillas se comprime más ó menos esta vejiga elástica; y, según el volumen que ocupa, da al cuerpo del pez gravedad específica igual, superior ó inferior á la del agua, haciéndole así permanecer en equilibrio, descender ó subir en el líquido. Hase notado que la vejiga natatoria falta á menudo, y que generalmente es pequeñísima en las especies destinadas á nadar en el fondo de las aguas, ó mismo á meterse en el fango, como las rayas, lenguados, rodaballos y anguilas; en ocasiones dicha bolsa natatoria es membranosa y se distinguen en ella muchos vasos sanguíneos, tomando parecido de pulmón.

En unos cuantos peces adquieren las aletas pectorales grandí-

simo desarrollo, y permiten al animal sostenerse durante algunos instantes en el aire cuando se lanza fuera del agua. El dactilóptero (fig. 132) nos ha presentado ya un ejemplo de esto. Hay también algunos que, arrastrándose ó á repetidos saltos consiguen adelantar en tierra. Cítanse hasta que trepan á los árboles; pero esto es muy raro.

Tratando de los órganos del movimiento en los peces, no podemos dejar de señalar un aparato muy singular que se observa en algunos de estos animales, y que les permite adherirse con mucha fuerza á los cuerpos extraños: es un disco plano que cubre la parte superior de la cabeza, compuesto de cierto número de laminillas cartilaginosas dirigidas oblicuamente hacia atrás y movibles (fig. 358). Los peces del género *Echenies* son los únicos que presentan tal particularidad; y uno de ellos que vive en el Mediterráneo y en el Océano, es conocido desde hace mucho tiempo con el nombre de *rémora* (fig. 359). Por lo demás, su historia ha sido recargada de fábulas. Hase pretendido que este pececillo se alimentaba por la especie de succión que ejerce con el disco que hemos descrito, y se le ha atribuído la facultad de poder

Fig. 358.

Fig. 359. — Rémora (*Echenies*).

detener súbitamente la marcha del buque más rápido; pero estas son fábulas que no se deben tener en cuenta. Una especie afín de la precedente es muy común en las aguas de la isla Mauricio; y parece que, en las costas de la Cafrería, se le emplea en la pesca, largándola á perseguir peces y atrayéndola, por medio de una liña atada á su cola, tan luego como se ha adherido á la presa.

§ 489. La vida de un pez se pasa casi enteramente en satisfacer las nececidades de su existencia y en huir de sus enemigos; sus sentidos exteriores parece que no le dan sino impresiones escasas, y sus facultades son muy limitadas; de ordinario no se le conoce ninguna industria, ningún instinto notable: además su cerebro está poco desarrollado, y los órganos de los sentidos son muy imperfectos.

La cavidad del cráneo es pequeña con relación á la masa del

cuerpo, y le falta mucho al encéfalo para llenarlo. Entre sus paredes y el cerebro se encuentra una masa esponjosa y grasa, de un volumen considerable, sobre todo en los individuos adultos. Los lóbulos que componen el encéfalo están situados unos seguidos de otros y á menudo representan una especie de doble rosario. Distínguense en él un cerebelo, lóbulos ópticos, hemisferios cerebrales, lóbulos olfatorios, y, por detrás de todas estas partes, lóbulos pertecientes á la médula oblongada (fig. 367).

La naturaleza de los tegumentos de los peces hace muy obtuso su tacto, y, careciendo como carecen de miembros prolongados, y sobre todo de dedos flexibles y apropiados para rodear los objetos, sólo por medio de los labios pueden ejercer estos animales el sentido del tacto. Las barbillas que se les ve al rededor de la boca (fig. 352, *b*) parece que sirven para advertirles el contacto de los cuerpos. El gusto es también casi nulo; pues la lengua apenas movible, no es carnuda, pocos nervios se distribuyen en ella, y los alimentos no se detienen nunca en la boca. El aparato del olfato tiene estructura más complicada, pero no se halla dispuesto de manera que pueda atravesarlo el aire ó el agua que sirve á la respiración. Las fosas nasales no consisten sino en dos cavidades sin salida, que cada una se abre al exterior por dos aberturas, y cubiertas por una membrana pituitaria plegada de una manera muy notable. El oído se halla casi siempre situado por completo en la cavidad del cráneo, á los lados del cerebro, y no consiste sino en un vestíbulo con tres conductos semicirculares encima, á los cuales no llegan las ondas sonoras sino después de haber puesto en vibración los tegumentos comunes y los huesos del cráneo. Por lo general nada se encuentra en los peces que pueda compararse al oído externo, al tímpano ó á la caja. En fin, los ojos son muy grandes y poco movibles; carecen de verdaderos párpados y de aparatos lagrimales. La piel pasa por delante de los ojos y se deja atravesar por la luz. La córnea es casi plana, la pupila muy ancha y poco ó nada contráctil; el cristalino es esférico. De ordinario, no presentan estos órganos nada de particular en cuanto á su posición; pero en algunos peces presentan, á este respecto, una anomalía notable: en efecto, en los lenguados, platijas, rodaballos y demás peces planos (fig. 360), no se hallan situados, como de ordinario, á los lados de la cabeza, sino

Fig. 360 — Rodaballo. (*Pleuronecte rombus*).

que se hallan uno y otro dirigidos del mismo lado, coincidiendo esta especie de monstruosidad con un defecto de simetría en otras partes del cuerpo.

§ 490. Los peces son muy voraces: existe sólo un corto número que vivan principalmente de materias vegetales, y en general tragan sin escoger todos los animalillos que se pongan á su alcance. Algunas especies carecen de dientes; mas en la mayor parte de ellos existen hasta en varias líneas, como en el tiburón (fig. 361) verbigracia; y ordinariamente los tienen no sólo en las dos quijadas, sino también en el paladar, implantados en el vómer ó en los huesos palatinos (fig. 255), en la lengua, en el borde interno de los arcos branquiales, y en fin, hasta en la faringe, en los huesos faríngeos que rodean la entrada del esófago. Jamás tienen raíces, pero en general se sueldan con los huesos que los sostienen; caen sin embargo, probablemente por un mecanismo análogo al de la caída de las astas del ciervo, y son reemplazados por nuevos dientes que nacen ora sobre los viejos, ora al lado de ellos. Los dientes de las quijadas no sirven de ordinario sino para sujetar ó destrozar la presa; los situados en el

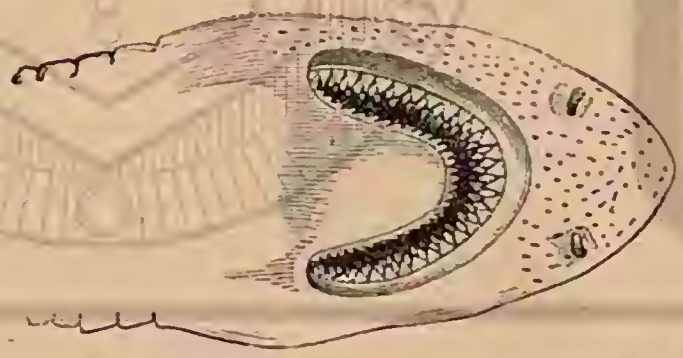


Fig. 361. — Cabeza de tiburón.

fondo de la boca raremente se hallan dispuestos para triturar. Por lo demás, su forma varía mucho: ya son tan finos y compactos, que presentan aspecto aterciopelado, ya constituyen ganchos robustos, laminillas de bordes cortantes, ó tubérculos redondeados.

§ 491. Algunos peces no se alimentan de materias sólidas y viven chupando solamente líquidos en el cuerpo de otros animales; las lampreas son de éstos, y su boca, en vez de tener la organización común, presenta una estructura singularísima, pero muy en armonía con dichas funciones. En efecto, los cartílagos que, en las rayas, etc., forman las quijadas, se hallan en ellas soldados for-

mando anillo, y sostienen un disco carnudo, cuya superficie está provista de dientes, y cuyo medio se halla ocupado por la boca (fig. 379); en fin, la lengua, igualmente armada de dientes, se mueve hacia adelante y atrás á manera de émbolo, permitiendo al animal servirse de este aparato como de una ventosa, ya para fijarse á los cuerpos extraños, ya para chupar las materias con que se alimenta.

La boca no está rodeada de ninguna glándula salivar. El esófago es corto; el estómago y los intestinos varían en forma y dimensiones. El hígado es generalmente grande y de tejido blando; casi siempre falta el páncreas ó está reemplazado por intestinos ciegos de un tejido particular, situados al rededor del píloro. En fin, la posición del ano varía mucho: algunas veces se encuentra bajo la garganta, y otras en la base de la cola. Los riñones son muy voluminosos y se extienden de los dos lados de la columna vertebral en toda la longitnd del abdomen. Sus conductos excretorios desembocan en una especie de vejiga, cuya abertura externa está situada inmediatamente detrás del ano y del orificio de los órganos reproductores.

Parece que la digestión se verifica con mucha rapidez, y el quilo es absorbido por numerosos vasos linfáticos, que desembocan por muchos troncos en el sistema venoso, cerca del corazón.

§ 492. La sangre de los peces, como ya hemos dicho, es roja, y los glóbulos tienen forma elíptica y dimensiones considerables (§ 81, fig. 48, *c*).

El corazón (fig. 70) está situado debajo de la garganta, en una cavidad separada del abdomen por una especie de diafraguma, y protegida por los huésos faringios por encima, los arcos branquiales a los lados y, en general, por la cintura humeral por detrás. Compónese, como ya hemos visto (§ 109), de una aurícula, que recibe la sangre venosa reunida en el vasto seno situado cerca, y de un ventrículo situado encima, de cuya extremidad anterior sale una arteria pulmonar, de base dilatada constituyendo un bulbo contráctil. Este vaso se divide luego en ramas laterales, que se distribuyen en las branquias; y la sangre, después de pasar por dichos órganos, sube hacia la cabeza por otro vaso que se extiende igualmente á lo largo del borde de los arcos branquiales. Allí envían estos conductos algunas ramas á las partes próximas, y se reunen para formar una gran arteria dorsal, la cual se dirige hacia atrás por debajo de la columna vertebral, dando ramificaciones á todas las demás partes del cuerpo (fig. 62). En fin, toda la sangre venosa no pasa directamente al seno que hemos mencionado; la de los intestinos y de

algunas otras partes, antes de volver al corazón, se extiende por la vena porta en el hígado.

Vese pues que la sangre, recorriendo el trayecto circulatorio, atraviesa por entero el aparato de la respiración, como en los mamíferos y las aves, pero no pasa sino una sola vez por el corazón, lo que hace más lenta su marcha. En fin, el corazón mismo corresponde por sus funciones á la mitad derecha del mismo órgano en los vertebrados superiores (fig. 62).

§ 493. La respiración se hace por medio del aire disuelto en el agua y se verifica en la superficie de una multitud de laminillas salientes y muy vasculares, fijadas en el borde externo de los arcos branquiales, cuya posición hemos ya indicado. En general se cuentan cuatro branquias de cada lado, compuestas cada una de dos líneas de laminillas prolongadas. En la mayor parte de los peces cartilaginosos existen cinco (fig. 363), y en la lamprea se encuentran siete. En casi todos los peces óseos, estas laminillas son simples y están fijadas solamente por su base; en un corto número, tales como los hipocampos, llamados vulgarmente *caballos marinos* (fig. 362), son al contrario ramificadas y en forma de penachos. En fin, en los más de los peces cartilaginosos, tales como rayas y tiburones, están fijadas en la piel por su borde externo, lo mismo que en los arcos branquiales por su borde interno.

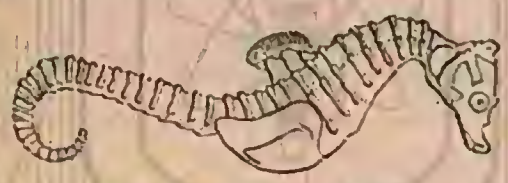


Fig. 362. — Hipocampo.

El agua necesaria á la respiración entra en la boca, y, por un movimiento de deglución, pasa por las hendiduras que hay entre los arcos branquiales, llegando de esta suerte á las branquias, cuya superficie baña; luego se escapa al exterior por las aberturas de las agallas. Vese, en efecto, que el animal abre la boca y solevanta su opérculo alternativamente. En los peces que tienen libre el borde exterior de las branquias, basta una sola de dichas aberturas de cada lado; pero los que tienen branquias fijas, nece-

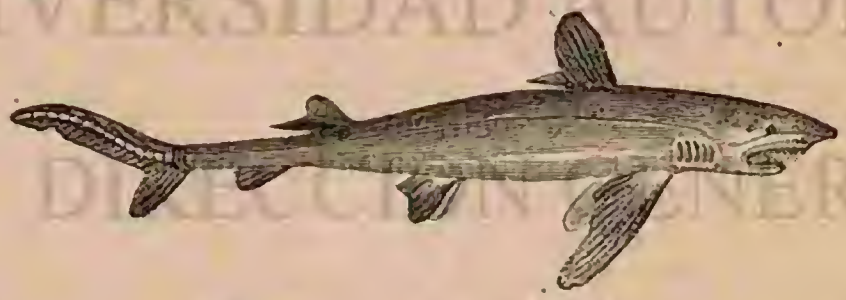


Fig. 363. — Tiburón (*Carcharias*).

sitan, para la salida del agua, tantas aberturas como espacios interbranquiales tengan. Así, en el tiburón (fig. 363), se cuentan cinco pares, y siete en la lamprea (fig. 380). Puédese, por consiguiente, conocer la disposición del aparato respiratorio sólo por la inspección de sus aberturas exteriores. Debe también tenerse presente que en algunos peces no pasa el agua directamente de la boca á la cavidad respiratoria por las hendiduras situadas entre los arcos branquiales, sino que llega por un conducto situado por debajo del esófago, casi como la tráquea de los animales superiores: así sucede en las lampreas.

Los peces no consumen sino una cantidad bastante ínfima de oxígeno; algunos, sin embargo, no se contentan con el que está disuelto en el agua, y vienen de tiempo en tiempo á la superficie á respirar el aire. Los hay hasta que absorben y convierten el oxígeno en ácido carbónico: el cobitis de los estanques presenta, en efecto, este singular fenómeno. Cuando los peces permanecen fuera del agua, perecen en seguida asfixiados por lo general, no porque les falte el oxígeno, sino á causa de que no estando las laminillas branquiales sostenidas por el agua, se hunden y no puede atraversarlas fácilmente la sangre, y porque estos órganos, al secarse, se vuelven impropios para desempeñar sus funciones: por eso los peces que perecen más rápidamente por la exposición al aire tienen agallas muy hendidas, lo que facilita la evaporación en la superficie de las branquias; mientras que los que mejor resisten tienen muy estrechas dichas aberturas, ó hasta poseen algún receptáculo donde pueden conservar agua para humedecer los referidos órganos. Los diversos peces que componen la familia de los Faringeos laberintiformes son muy notables á este respecto, y deben su nombre á las células acuíferas situadas encima de sus branquias.

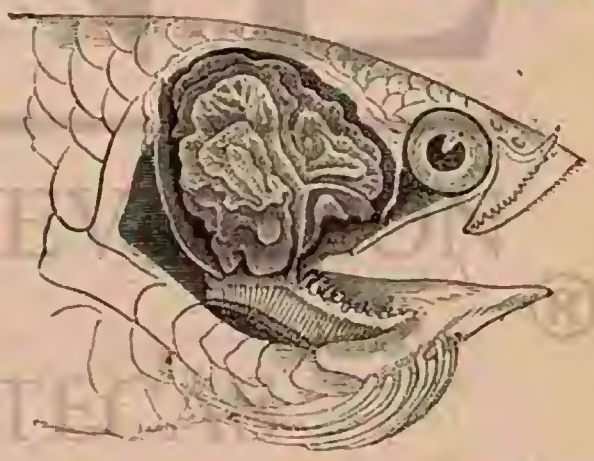


Fig. 364. — Aparato respiratorio del anabas.

Estas células (figura 364), encerradas bajo el opérculo y formadas por laminillas de los huesos faríngeos, sirven efectivamente para detener cierta cantidad de agua, la cual mantiene las branquias húmedas cuando el animal está al aire, permitiéndole así vivir bastante tiempo: por eso estos peces tienen la costumbre de

salirse de los ríos y de las lagunas, donde viven ordinariamente, y se dirigen á alguna distancia, arrastrándose por la hierba ó por tierra.

Los que presentan este aparato laberintiforme más complicado, y que se les denomina *anabas*, no sólo permanecen mucho tiempo fuera del agua, sino que también, según se asegura, trepan á los árboles. La mayor parte de los peces de esta familia viven en las Indias, China y las Molucas. Una especie (*Osphromenus olfax*), el *gurami*, que procede de la China y que es muy apreciado por su sabrosa carne, se ha aclimatado en las lagunas de la isla Mauricio y de Cayena.

§ 494. Como ya hemos dicho, los peces casi no producen calor, pero algunos de ellos tienen la singular facultad de desarrollar electricidad haciendo así experimentar fuertísimas conmociones á los animales que alcanzan. El torpedo, el siluro ó malapteruro, y una especie de gimnoto tienen tal particularidad, y, cosa extraña, el órgano eléctrico presenta conformación del todo diferente en cada uno de ellos.

El gimnoto, ó *anguila eléctrica* (fig. 365), es el que posee en más alto grado esta curiosa facultad. Este pez es propio de la América meridional, y se parece mucho á las anguilas comunes, con la diferencia de carecer de aletas en el extremo de la cola y no tener escamas muy visibles. Alcanza hasta dos metros de largo y su delgado é igual cuerpo se halla impregnado de una materia viscosa: es muy común en los riachuelos y lagos que se encuentran en las llanuras inmensas situadas entre la Cordillera, el Orinoco y la Banda, etc. Las conmociones eléctricas que da á voluntad y en la dirección que quiere bastan para matar hasta un caballo. El gimnoto recurre á este medio para defenderse de sus enemigos, y para matar de lejos los peces que elige para alimentarse; pues el agua, lo mismo que los metales, transmiten el choque paralizador de este singular animal, de la misma manera que los pararrayos conducen, de la atmósfera á la tierra, la electricidad de las nubes. Sus primeras descargas son en general muy débiles; pero, cuando se irrita, se hacen cada vez más fuertes, y llegan á ser terribles. Después de dar varias descargas seguidas, queda extenuado y necesita un reposo más ó menos

Fig. 365. — Gimnoto.

prolongado para poder producir nuevas descargas. Diríase que emplea este tiempo en cargar sus órganos eléctricos, y los americanos se aprovechan de esta circunstancia para cogerlos sin riesgo. Para pescar los gimnotos hacen entrar á la fuerza, en las lagunas pobladas de estos peces, caballos salvajes, que, recibiendo los primeros choques quedan en seguida aturdidos y hasta muertos; luego con redes ó arpones pescan los gimnotos extenuados.

El aparato por medio del cual produce el gimnoto dichas conmociones eléctricas se extiende á todo lo largo de su cuerpo y cola, y consiste en cuatro paquetes longitudinales, compuestos de numerosas láminas membranosas paralelas y muy juntas, que se hallan casi horizontales y unidas por una infinidad de otras laminillas más pequeñas, colocadas verticalmente al través; las celulillas prismáticas y transversales formadas por la reunión de dichas láminas están llenas de una materia gelatinosa; en fin, en todo el aparato se distribuyen nervios muy gruesos.

El torpedo (fig. 366) es un pez cartilaginoso y aplanado que se parece mucho á las rayas comunes. Su cuerpo es liso, y representa un disco casi circular, cuyo borde anterior está formado por dos prolongamientos del hocico que, de cada lado, se unen á las aletas pectorales, y dejan, entre estos órganos, la cabeza y las branquias, un espacio oval que sirve para contener el aparato eléctrico de estos peces. Dicho aparato (fig. 367) se compone de una multitud de tubos membranosos verticales, unidos unos á otros como los panales de las abejas, subdivididos por tabiques horizontales en celulillas llenas de mucosidades y animadas por algunas ramas muy gruesas de los nervios neumogástricos. En estos singulares órganos es donde se produce la electricidad, con la cual pueden los torpedos hacer sentir, á los que tocan, conmociones violentas y todos los fenómenos que, en los experimentos de física, resultan de una corriente eléctrica común, tales como chispas, descomposiciones químicas, etc. Estos peces son menos poderosos que los gimnotos, pero pueden, no obstante, paralizar el brazo del que los toque; probablemente se sirven de este medio para coger su presa. Hase comprobado últimamente que dicha propiedad se halla bajo la dependencia del lóbulo posterior del encéfalo, y que destruyendo este lóbulo ó cortando los nervios que de él salen se aniquila la facultad de producir conmociones. En nuestros mares existen muchas especies de tor-

Fig. 366.—Torpedo común.

pedos, que frecuentan las costas de Vendea y de Provenza.

En fin, el siluro eléctrico, ó malapteruro (fig. 368), vive en el

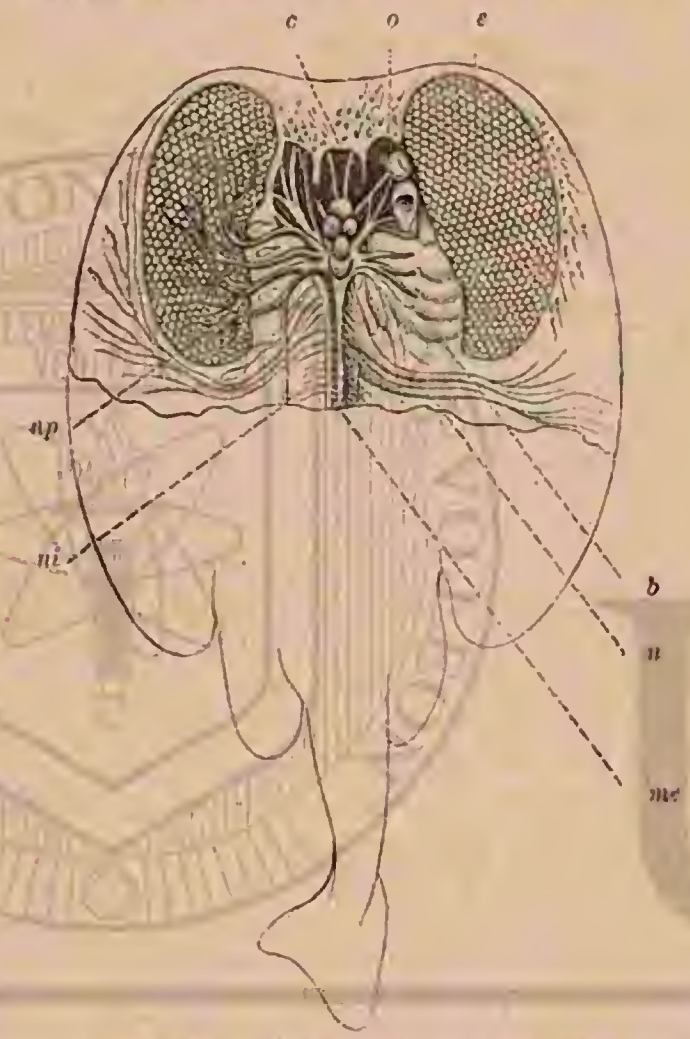


Fig. 367. — Aparato eléctrico del torpedo.

Nilo y en el Senegal; su tamaño es de unos 3 á 4 decímetros, y parece que debe la facultad de producir conmociones eléctricas á un tejido particular situado entre la piel de los costados y los músculos, que tiene la apariencia de un tejido celular hojoso. Los árabes dan á este pez el nombre de *raasch*, que significa *rayo*.

---

[1] *c*, cerebro; — *me*, médula espinal; — *o*, ojo y nervio óptico; — *e*, órganos eléctricos; — *np*, nervios neumogástricos que se distribuyen en el órgano eléctrico; — *nl*, rama del precedente que constituye el nervio lateral; — *n*, nervioos espinales; — *b*, branquias.

§ 495. Los peces se multiplican por medio de huevos, y el número de éstos es inmenso algunas veces: puede elevarse en

Fig. 368. — Malapterurо eléctrico.

una sola puesta á cientos de miles. En general, no tienen sino una envoltura mucilaginosa y son fecundados después de la puesta. Algunos animales son, por lo contrario ovovivíparos; pero casi siempre, cualquiera que sea la manera como los pecesillos nacen, se hallan, desde el momento que empiezan su vida, abandonados completamente á sí mismos y perecen muchos en la primera edad.

Al desarrollo simultáneo de un número incalculable de huevos puestos en un mismo sitio, y al instinto que induce á muchos peces á seguirse unos á otros, se debe atribuir la reunión de ciertas especies en manchas inmensas y compactas, llamadas por los pescadores *bancos de pescado*. En efecto, de ninguna manera pueden llamarse estos *bancos* sociedades: los individuos que los componen no se ayudan entre sí; iguales necesidades que satisfacer les mantienen en una misma parte, ó les aleja: y si en ocasiones se ve que siguen á uno de ellos que hace como de guía, es probablemente á causa de una tendencia á la imitación que acompaña siempre á los primeros destellos de la inteligencia.

§ 496. Sea lo que quiera, reunidos del modo indicado en gruros numerosos hacen á menudo largos viajes, ya para ganar el mar, ya para remontar los ríos ó para cambiar de paraje. Ciertos peces llevan vida casi sedentaria, y permanecen siempre en la región en que nacieron; otros andan siempre errantes, y muchos de estos animales hacen periódicamente viajes más ó menos largos. En la época del desove, se acercan de ordinario á las costas ó entran en los ríos, haciendo en ocasiones para esto largísimo trayecto. Cada año, hacia la misma época, llegan á los mismos parajes bandadas de peces viajeros, y se cree generalmente que muchas de estas especies emigran regularmente del Norte hacia el Sur y del Sur al Norte, siguiendo un camino determinado; pero tal vez sea más exacto creer que, cuando desaparecen del

litoral, se retiran solamente á las grandes profundidades del mar. El arenque es uno de los peces más notables á este respecto, y el más conocido por la importante pesca de que es objeto. Habita los mares del Norte y llega cada año en legiones innumerables á diversas partes de las costas de Europa, Asia y América, pero nunca pasan de los 45° de latitud norte. Algunos naturalistas creen que todos los dichos bancos de arenques se retiran periódicamente bajo los hielos de los mares polares, y parten de este retiro común en una inmensa columna, que, subdividiéndose, se extiende por casi todas las costas situadas por encima del paralelo que acabamos de indicar. Se ha llegado hasta trazar sobre el mapa el itinerario de estos peces; mas esta larga emigración y esta cita común en las regiones árticas están lejos de hallarse demostradas, y hay motivos para creer que no sucede así. Cerca de nuestras costas es donde desovan los arenques, y es probable que los pequeñuelos se retiren en seguida á las profundidades del mar, y se dirijan hacia el Norte, donde deben encontrar en mayor abundancia los pequeñísimos crustáceos y animálculos apropiados para servirles de alimento. En la primavera, otras necesidades les acercan á las riberas y les hacen buscar aguas de menos fondo y más calientes: preséntanse entonces en legiones innumerables y descienden hacia el sur: pero, después de llegar al Báltico, á las costas de Holanda y hasta á la Mancha, no se les ve volver á tomar el camino del Norte para pasar el invierno bajo los hielos del polo, y volver á comenzar en la primavera siguiente su pretendido viaje periódico.

Sea lo que quiera, en los meses de abril y mayo comienzan á verse arenques en las aguas de las islas Shetland, y, hacia fines de junio ó en julio, llegan en número incalculable formando compactos bancos, que cubren en ocasiones la superficie del mar en una extensión de muchas leguas y que tienen algunos centenares de pies de espesor. Pocos después se esparcen estos peces por las costas de Escocia y de Inglaterra. Durante los meses de setiembre y de octubre son objeto de grandes pesquerías; y, desde mediados de octubre hasta fines del año, abundan en la Mancha, principalmente desde el estrecho de Calés hasta la embocadura del Sena. En julio y agosto, permanecen de ordinario en alta mar; pero en seguida entran en aguas de menos fondo, y buscan un sitio conveniente para desovar en él, permaneciendo allí hasta el mes de febrero. Los arenques más viejos son los primeros que desovan, y los jóvenes más tarde; pero la temperatura y otras circunstancias parece que influyen también en este fenómeno: en ciertas localidades se encuentran huevos durante casi todo el año. Después del desove se ponen flacos y son poco

estimados; los pescadores les llaman entonces *arenques guais*. Su multiplicación es prodigiosa: hanse encontrado más de 60,000 huevos en el vientre de una sola hembra de tamaño regular. Se asegura que su desove cubre á veces la superficie del mar en una grande extensión, pareciéndose de lejos á aserrín. Fuera de esto, poco se sabe de la primera edad de estos peces[1].

§ 497. Las sardinas, caballas, atunes y boquerones son también peces de paso, que visitan periódicamente las costas de Francia dando lugar á pesquerías importantes. El salmón es igualmente notable por sus viajes; vive en todos los mares árticos, y cada primavera entra en grandes grupos en los ríos para remontarlos hasta cerca de su nacimiento. En estas emigraciones siguen los salmones un orden regular, formando dos largas filas unidas por el frente y conducidas por la hembra de más tamaño, que abre la marcha, mientras que los machos más pequeños van á retaguardia. Estos grupos nadan en general haciendo mucho ruido, por medio de los ríos y cerca de la superficie del agua si la temperatura es templada y más cerca del fondo si el calor es intenso. De ordinario avanzan los salmones lentamente y como jugueteando; pero si perciben algún peligro que pueda amenazarles, la rapidez de su natación es tal que apenas puede la vista seguirlos. Si una presa ó una cascada se

---

[1] La pesca del arenque es una de las más importanntes: ocupa cada año flotas enteras, y antiguamente se hacia aún con más actividad que en la actualidad. Hacia mediados del siglo XVII no empleaban los holandeses en ella menos de 2,000 barcos, y calcúlase que de este ramo de la industria vivian 800,000 personas en dos provincias de Holanda y de Frisia occidental. Los noruegos, americanos, escoceses, ingleses y hasta los franceses se dedican también á dicha pesca en gran número; y aun hoy en día, aunque su importancia sea menor, constituye sin embargo una importante fuente de riqueza para todo el litoral de los mares del norte. En los diversos puertos situados entre Dunkerque y la embocadura del Sena, se cuentan cada año tres ó cuatrocientos barcos tripulados por unos 5,000 hombres que se ocupan en la pesca del arenque, y se calcula su producto en 4 millones aproximadamente.

Esta pesca se hace, de ordinario, con redes de 500 á 600 toesas de largo las cuales tienen piedras en el borde inferior, y en el superior barriles vacío para mantenerlas á flote. Las mallas tienen justo el tamaño para que el arenque pueda meter la cabeza hasta más allá de las agallas, pero sin que puedan pasar las aletas pectorales. El pez, al tratar de vencer el obstáculo que este gran tabique vertical opone á su paso, se mete entre las mallas; y como no puede, á causa de sus aletas, adelantar ni retroceder, queda allí hasta que los pescadores embarquen la red. El número de arenques que se coger. de este modo es tan grande, que en pocos instantes se encuentra la red llena. Por lo general se verifica esta pesca lejos de los puertos, y, para conservar el pescado, se sala abordo.

opone á su paso, hacen los mayores esfuerzos para franquearla. Apoyándose en alguna roca y enderezando de golpe con violencia el cuerpo encorvado, se lanzan fuera del agua y saltan de este modo algunas veces á una altura de 4 ó 5 metros en el aire, para caer del otro lado del obstáculo que los detiene. Los salmones remontan como queda dicho los ríos hasta cerca de su nacimiento, y van á buscar los riachuelos y lugares de aguas tranquilas de fondo de arena y de casquijo apropiados para su desove; después, flacos y débiles por tantas fatigas, descienden en el otoño hacia la embocadura de los ríos y pasan el invierno en el mar. Ponen los huevos en una cavidad que la hembra hace en la arena, donde viene en seguida el macho á fecundarlos. Los salmoncillos crecen rápidamente; y, cuando llegan á tener unos 33 centímetros, abandonan aquellos parajes para irse al mar, que á su vez dejan, para remontar los ríos, cuando alcanzan 4 á 5 decímetros, es decir, hacia la mitad del verano que sigue á su nacimiento.

Ya hemos visto que las golondrinas, que, al acercarse la estación fria, emigran hacia el sur, vuelven todos los años á los mismos lugares. Parece que los salmones tienen el mismo instinto. Para comprobarlo, puso un naturalista llamado Deslandes un anillo de cobre en la cola de doce de estos peces, y los dejó en libertad en el río Auzón, en Bretaña. Poco tiempo después desaparecieron todos; pero al año siguiente se cogieron en el mismo pasaje cinco de dichos salmones, el segundo año tres y el año siguiente tres más.

§ 498. Las costumbres de los peces presentan pocas particularidades curiosas: pero la historia de estos animales debe sin

Fig. 369. — Abadejo (*Gadus morrhua*).

embargo interesarnos aunque no sea más que por la importancia de la pesca de que son objeto. En época no muy lejana de la actual, este ramo de la industria ocupaba la quinta parte de la población total de Holanda, y sólo para la pesca del arenque cubría este país con sus barcos los mares del norte. En Inglaterra, mantiene así mismo considerable número de buenos y arrojados

marinos; y en Francia mismo, donde tiene menos importancia, se cuentan de treinta á cuarenta mil pescadores, la tercera parte de los cuales se aventuran todos los años hasta las costas de Islandia y de Terránova en busca del abadejo ó bacalao (fig. 369), grande y excelente pescado que abunda en dichos parajes y que se encuentra también, aunque en reducido número, en nuestros mares.

§ 499. **Clasificación.** — Los peces constituyen una de las clases más numerosas del reino animal, y se dividen en dos series, según la naturaleza de su esqueleto.

El grupo ó sub-clase de los PECES ÓSEOS es con mucho el más numeroso en géneros y en especies. Compónese de todos los peces comunes, y se subdivide, con arreglo á caracteres en general poco importantes, en seis órdenes, designados con los nombres de *Acantopterigios, Malacopterigios abdominales, Malacopterigios sub-branquiales, Malacopterigios ápodos, Lofobranquios* y *Plectognatos.*

§ 500. Los PLECTOGNATOS se distinguen de todos los demás peces de esqueleto óseo en la conformación de la boca; porque su quijada superior, en vez de ser movible como de ordinario, está soldada ó engranada con el cráneo. Inclúyense en este pequeño grupo los peces cofres (fig. 370), notables por la especie de coraza de placas óseas que los cubre. Los diodones y los tetrodones, que tienen la facultad de hincharse como bolas tragando aire y dilatando así un poco el estómago, pertenecen también á esta división.

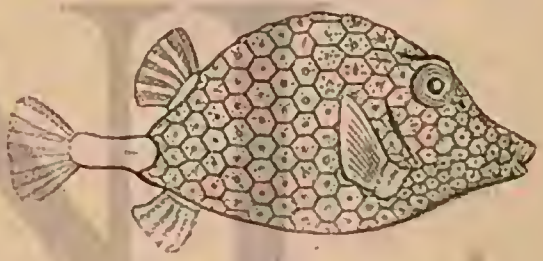


Fig. 370. — Pez cofre (*Ostracion*).

§ 501. El orden de los LOFOBRANQUIOS no presenta nada de particular en la disposición de las quijadas, pero se caracteriza por la estructura de las branquias. En efecto, estos órganos, en vez de parecerse á los dientes de un peine, se dividen en penachitos redondos fijados por pares á lo largo de los arcos branquiales. Inclúyense en él los signatos, los hipocampos (fig. 362), etc.

§ 502. El orden de los ACANTOPTERIGIOS comprende todos los peces óseos de quijada superior movible y de branquias pectíneas, cuya primera aleta está sostenida por radios óseos y espiniformes (fig. 357). Esta división contiene las tres cuartas partes de los peces conocidos, y se subdivide en numerosas familias. En ella se incluyen los percas, caballas, atunes (fig. 371), espadartes ó peces espada (fig. 356), etc.

§ 503. El orden de los MALACOPTERIGIOS ABDOMINALES se diferencia del precedente por la naturaleza de los radios que constituyen la primera aleta dorsal, y que, en vez de ser espinosos, son cartilaginosos, articulados en su extremidad, y en general divididos en varias ramas (fig 372). Este carácter le es común con los dos grupos de peces óseos que nos faltan que describir, y, para distinguirlo, hay que añadir que las aletas ventrales están situadas debajo del abdomen, por detrás de las pectorales y no insertadas en los huesos del hombro. Citaremos

Fig. 371. — Atún (*Thynnus vulgaris*).

Fig. 372

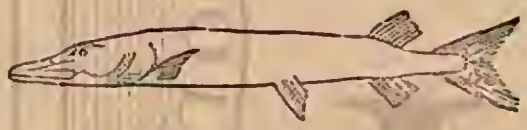


Fig. 373 -- Lucio (*Esox lucius*).

como ejemplos de este orden las carpas, lucios (fig. 373) siluros (fig. 368), salmones, arenques, sardinas y boquerones ó anchoas (fig. 374).

Fig. 374. — Boquerón (*Engraulis encrasicholus*).

§ 504. Los MALACOPTERIGIOS SUB-BRANQUIALES tienen las aletas conformados de la misma manera que en el orden precedente; pero las ventrales están situadas debajo de las pectorales y sostenidas por los huesos del hombro. Esta división comprende abadejo (fig. 369), pescadilla, rémora (fig. 359) y la familia de los *Pleuronectidos* ó *peces planos*, compuesta de los platijas (fig. 375), rodaballos (fig. 360), lenguados, etc.

§ 505. En conclusión, el órden de los MALACOPTERIGIOS ÁPODOS se caracteriza principalmente por carecer de radios espino-

sos en la aleta dorsal, y faltarle en absoluto aletas ventrales. Los peces que presentan semejante estructura tienen todos cuerpo muy cumplido y piel gruesa, blanda y poco escamosa: estos son las anguilas, gimnotos (fig. 365), etc.

Fig. 375. — Platija (*Platessa*).

§ 506. Los Peces cartilaginosos ó Condropterigios tienen ordinariamente esqueleto cartilaginoso; algunas veces es casi membranosa esta armadura interior, pero nunca es ósea, por no depositarse en ella sino en pequeñas partículas la materia calcárea que endurece su superficie. Obsérvase además grandísimo parecido entre este esqueleto y el aun cartilaginoso de los renacuajos. Hay que notar solamente que las piezas que representan los huesos maxilares superiores é intermaxilares son rudimentarias, y que la quijada superior está formada esencialmente por los análogos de los huesos palatinos. Unas veces son libres las branquias por su borde externo, como en los peces óseos; otras, al contrario, están fijas por dicho borde, lo mismo que por el interno, sirviendo de base esta diferencia á la división de los peces cartilaginosos en dos grupos, á saber: los *Condropterigios de branquias libres*, que constituyen un orden solo, y los *Condropterigios de branquias fijas*, que forman dos: *Seláceos* y *Ciclóstomos*.

§ 507. El orden de los Condropterigios de branquias libres se designa también con los nombres de *Esturiones ó Sollos*, porque tiene por tipo el esturión (*Sturio*) ó sollo. Compónese de peces cuya forma nada presenta de anormal (fig. 376), que tienen generalmente la piel cubierta de grandes placas óseas dispuestas en líneas y la boca desprovista de dientes.

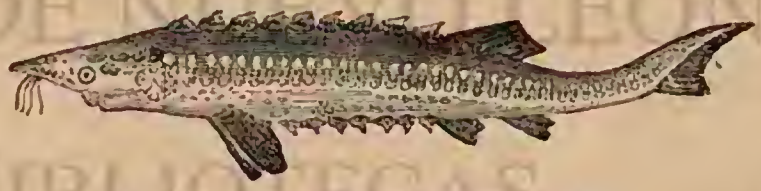


Fig. 376. — Esturión (*Accipenser sturio*).

§ 508. Los Condropterigios de branquias fijas presentan un carácter común muy notable en la disposición del aparato spiratorio. Las bruaquias, en vez de ser libres por su bord

externo y suspendidas en una cavidad común, de donde el agua se escapa afuera por una sola abertura, se hallan, al contrario, adheridas á los tegumentos; de suerte que, para que salga el agua que las baña, son necesarias tantas aberturas como haya de intervalos entre ellas. Dichas aberturas son casi siempre exteriores; algunas veces, sin embargo, desembocan en un conducto común, que sirve para dar salida al agua; en fin, arcos cartilaginosos, á menudo suspendidos en los músculos, están situados frente de los bordes exteriores de las branquias. Por lo demás, estos peces difieren mucho entre sí, y constituyen, como ya hemos indicado, dos órdenes, los *Seláceos* y los *Ciclóstomos*.

§ 509. El orden de los SELÁCEOS comprende todos los peces cartilaginosos de branquias fijas, cuyas quijadas son movibles y dispuestas para la masticación. En él se incluyen la familia de los *Escualos*, compuesta de los tiburones (fig. 363), escualos propiamente dichos, martillos (fig. 378), peces sierras, etc.; y la familia de las *Rayas*, de la cual forman parte los torpedos (fig. 366) lo mismo que las rayas propiamente dichas (fig. 377).

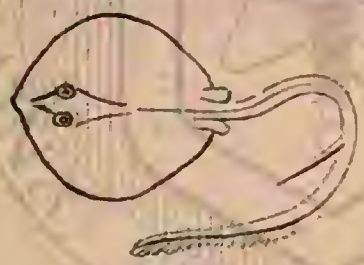


Fig. 377. — Raya (*Raia*).

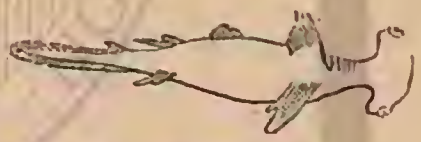


Fig. 378. Martillo (*Zugaena*).

Todos estos peces tienen, á cada lado del pescuezo ó en su faz inferior, cinco aberturas branquiales formando hendiduras, y muchos tienen en la parte superior de la cabeza dos orificios, llamados *espiráculos*, que conducen á las branquias y que sirven para llevar á ellas el agua necesaria para la respiración, cuando la cavidad bucal del animal se halla llena por una presa muy voluminosa. Estos animales son muy voraces y á menudo notables por la fortaleza y multiplicidad de sus dientes: el tiburón, por ejemplo (fig. 361). Unos son ovovivíparos, otros ponen sus huevos revestidos de una cáscara dura y córnea.

Fig. 379. — Boca de la lamprea.

§ 510. El orden de los CICLÓSTOMOS se caracteriza por la conformación singular de la boca, que es sólo apropiada para la succión, y que se compone de una suerte de ventosa formada por las quijadas

soldadas en forma de anillo (fig. 379). Estos peces son los más imperfectos de todos la vertebrados comunes. Su esqueleto es algunas veces membranoso (en las amnocetas ó lamprehuelas), y se presenta siempre bastante menos complicado que en los demás peces; el sistema nervioso se halla poco desarrollado, y las branquias parecen bolsillas. Las lampreas (fig. 380) constituyen el tipo principal de este grupo.

Fig. 380. — Lamprea (*Petromysum*).

§ 511. Recientemente se ha dado á conocer la organización de un singularísimo animal que es evidente pertenece al mismo tipo que los vertebrados, pero al cual faltan todos los caracteres más notables de este grupo. Nos referimos al *Amphioxus*, pequeño animal marino que, por su forma general, se parece bastante á un pez, mas que carece de vértebras propiamente dichas, de corazón, de sangre roja y de cerebro distinto. Su esqueleto presenta sólo un tallo cartilaginosos análogo á la cuerda dorsal que se observa en el embrión de los vertebrados comunes y que precede á la existencia de vértebras; el eje cerebro-espinal ocupa su sitio ordinario, pero no presenta hacia delante ninguna dilatación que pueda compararse al encéfalo: la circulación se efectúa por medio de vasos cuyas paredes son contráctiles, y las paredes de la cavidad faríngea son las que desempeñan la función de aparato branquial. La mayor parte de los zoólogos incluyen este vertebrado degenerado en la clase de los peces; mas parécenos evidente que, en una clasificación natural, el *Amphioxus* debe ocupar una división especial, la cual podrá designarse con el nombre de *grupo de los subvertebrados*.

TIPO SEGUNDO.

ANIMALES ANILLADOS Ó ENTOMOZOOS.

§ 512. Los animales que componen esta gran división presentan, no solamente estructura exterior esencialmente distinta de la que es propia de los otros tres tipos del reino animal, sino también caracteres exteriores en general tan claros y tan evidentes, que casi siempre es fácil reconocerlos á primera vista. Todo su

cuerpo, en efecto, se halla dividido en trozos, pareciéndose á una serie de anillos colocados en fila. En unos resulta solamente esta disposición anular de la existencia de cierto número de pliegues transversales, que forman surcos en la piel y ciñen el cuerpo; pero, en la mayor parte, se halla el animal encerrado en una suerte de armadura sólida compuesta de una serie de anillos soldados entre sí ó unidos de modo que pueden moverse. Esta armadura tiene usos análogos á los de la armadura interior de los animales vertebrados: pues determina la forma general del cuerpo, proteje las partes blandas, da puntos de inserción á los músculos y suministra á estos órganos palancas propias para asegurar la precisión y rapidez de los movimientos; por esto se le llama á menudo un *esqueleto exterior*. Pero sería un error quererlo considerar como la representación ó el análogo del esqueleto de los vertebrados; porque, en realidad, no es sino la piel endurecida y rígida, ó hasta encostrada por una suerte de epidermis calcárea de consistencia pétrea. Para dar una idea verdadera de su aplicación, lo mismo que de su naturaleza, sería preferible, por consiguiente, llamarlo *esqueleto tegumentoso*.

§ 513. Los diversos anillos, ó secciones, del cuerpo de un animal articulado, tienen siempre mucho parecido entre sí; algunas veces, en la escolopendra (fig. 184), verbigracia, son casi todos enteramente iguales, y presentan siempre una tendencia notable hacia esta uniformidad de estructura. Cada anillo puede sostener dos pares de apéndices ó de miembros, uno per-

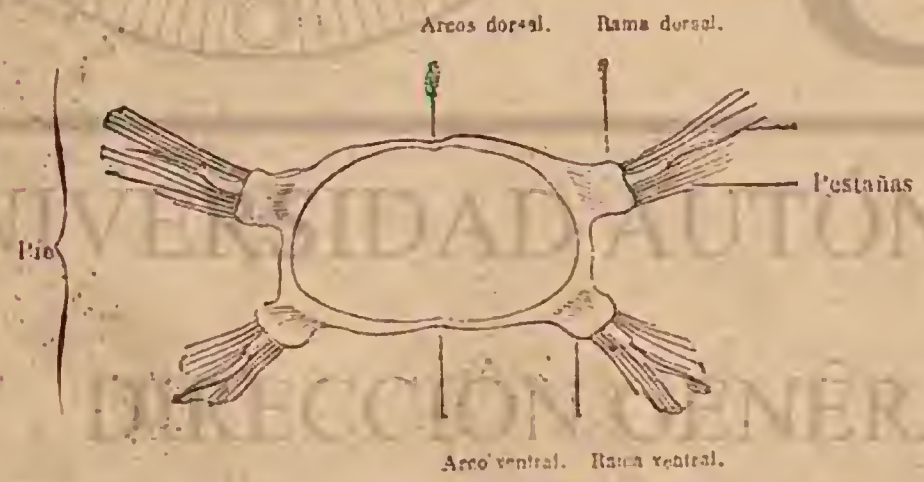


Fig. 381 — Corte vertical de un anillo del cuerpo de un Anélido del género Anfinoma

teneciente á su arco dorsal ó porción superior (fig. 381), otro á su arco ventral; y cuando estos apéndices son poco desarrollados, y la división del trabajo fisiológico poco adelantada, todos

los anillos se hallan efectivamente provistos de ellos: por esto es á veces tan grande el número de dichos órganos. Pero, en general, los apéndices de ciertos anillos adquieren gran desarrollo, y, por una especie de compensación ó de balanceamiento orgánico, permanecen los demás rudimentarios ó hasta no se presentan. Casi siempre los únicos que se desarrollan son los apéndices del arco inferior, tomando formas tanto más variadas cuanto más elevado en la serie de los seres sea el animal. Ellos son los que, diversamente modificados, constituyen los filamentos parecidos á cuernecillos que existen en la cabeza de los insectos y de los crustáceos, y que se llaman antenas, los diferentes órganos de masticación, las patas, las aletas, etc. (fig. 165 y 166). En ocasiones existen en todos los anillos los apéndices del arco superior y desempeñan como los del arco inferior, las funciones de patas: diferentes anélidos presentan ejemplo de esto; pero de ordinario no existen, todo lo más, sino en dos anillos situados hacia la parte media del cuerpo, constituyendo en tal caso dos alas ú órganos análogos, como veremos luego al tratar de los insectos. Por lo general tienen tres, cuatro, cinco ó siete pares de patas; en ocasiones se cuentan algunos centenares, y otras veces faltan completamente; pero en este caso están á menudo representadas, por decirlo así, por manojillos de pestañas tiesas; como, verbigracia, en la lombriz de tierra.

§ 514. La tendencia que muestran los anillos del cuerpo á asemejarse unos á otros es notable en la disposición de los músculos y mismo del sistema nervioso, igualmente que en la conformación del esqueleto tegumentario. Por lo general, en este tipo posee cada anillo, en su estado completo, un par de ganglios nerviosos; todos estos ganglios, reunidos entre sí por cordones de comunicación ó connectivos, constituyen una doble cadena que ocupa la línea media del cuerpo cerca de su faz ventral (fig. 182). En la mayor parte de los animales articulados inferiores, como en los más elevados en la serie, pero cuyo desarrollo no ha terminado, todos los dichos ganglios son casi iguales, y forman, con sus connectivos, dos cadenas semejantes á cordones anudados extendidos de un extremo del cuerpo al otro (fig. 382); pero á medida que uno se eleva á seres más perfectos, vense estos mismos ganglios acercarse entre sí, ora lateralmente, de modo á confundirse en la línea media en una sola serie, ora en el sentido longitudinal, de manera que determinan la reunión de muchos pares en una sola masa (fig. 383). Esta centralización es algunas veces tan grande (en ciertos cangrejos, por ejemplo), que para todos los anillos del cuerpo no existen sino dos masas nerviosas, situada una en la cabeza y la otra en el tórax; pero es

imposible que pase de esto, pues los cordones que reunen entre sí dichos dos centros nerviosos pasan de cada lado del esófago.

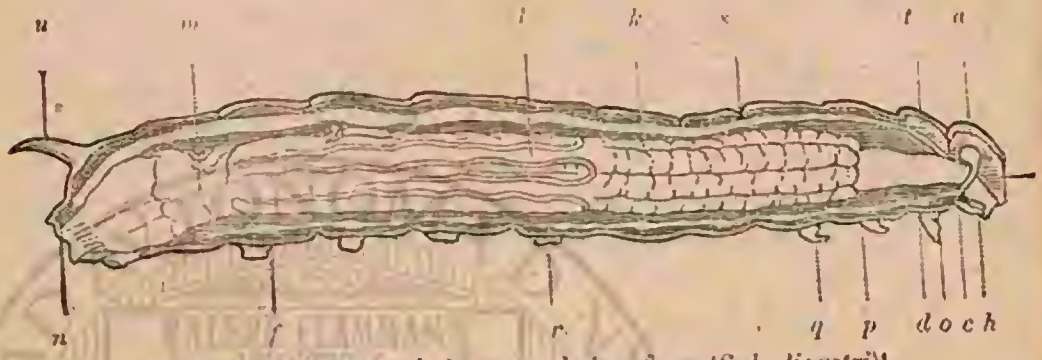


Fig. 382. — Anatomía de la oruga de la esfinge (*Sph. ligustri*)[1].

y los ganglios cefálicos están situados por delante y encima de este tubo; mientras que los ganglios del resto del cuerpo se hallan

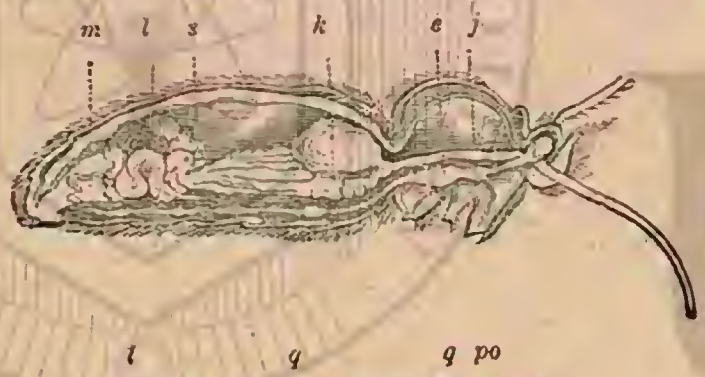


Fig. 383. — Anatomía de la esfinge[2].

detrás del esófago, por debajo del canal digestivo. Esta porción del sistema nervioso forma, en efecto, una especie de collar al

---

[1] Fig. 382 y 383: — *a*, ganglios cefálicos, ó cerebro, situados por delante del esófago, de donde salen los nervios de los ojos, etc.; — *b*, cordones que unen dichos ganglios á los del segundo par, pasando por cada lado del esófago, y formando así un collar al rededor de este conducto; — *c*, primer par de ganglios posesofágicos situados por detrás de la boca: — *d*, ganglios del primer anillo del tórax; — *e* (fig. 383), masa nerviosa formada por los ganglios del segundo y tercer anillo torácico; — *f*, sexto par de ganglios abdominales: *h*, boca; — *i* (fig. 393) trompa; — *j*, esófago; — *k*, estómago; — *l*, intestino y vasos biliares; — *m*, intestino grueso; — *n*, ano; — *o*, pata del primer par; — *p*, patas del segundo par — *q*, patas del tercer par; — *r*, primer par de patas membranosas de la oruga; — *s*, vaso dorsal; — *t*, primer anillo del tórax; — *u*, cuerno que se halla encima de la extremidad del abdomen de la oruga.

[2] Las diversas partes están indicadas con las mismas letras que en la figura precedente.

rededor del esófago, disposición que encontramos también en los moluscos. Pero la parte posesofágica ó ventral del sistema ganglionar no se compone en éstos sino de uno ó dos pares de ganglios situados en la línea media del cuerpo; mientras que en los animales anillados, se encuentra de ordinario una larga serie de ganglios ventrales; y, cuando no existe en esta parte del cuerpo sino una sola masa nerviosa, se reconoce fácilmente que resulta de la agrupación de muchos pares de ganglios.

Los anatómicos designan en general los ganglios cefálicos de todos dichos animales con el nombre de *cerebro*, y algunos quieren ver en la cadena ventral como la representación de la médula espinal; pero estas semejanzas no parecen fundadas, y si hubiera que buscar los análogos de estos diversos centros medulares en los animales vertebrados, podría comparárseles mejor á los pequeños ganglios situados en el trayecto de las raíces posteriores de los nervios espinales.

§ 515. Teniendo, en general, los animales anillados un sistema nervioso más desarrollado que los moluscos, miembros para la locomoción y una especie de esqueleto tegumentario, deben necesariamente ser superiores á éstos en todo lo que caracteriza esencialmente la animalidad, esto es, en las funciones de relación; pero, respecto á las funciones de la vida vegetativa, están menos favorecidos, pues su aparato circulatorio es menos completo y algunas veces falta completamente. En general, tienen sangre blanca; mas todos no se hallan en este caso, y, por otra parte, no parece que esta diferencia tenga mucha importancia en ellos. Su modo de respiración varía; el conducto digestivo se extiende de un extremo del cuerpo al otro; la boca se halla situada en la cabeza, y el ano en la extremidad opuesta. En fin, casi siempre existen quijadas, ó por lo menos instrumentos especiales para la prehensión de los alimentos, y estos órganos se hallan siempre dispuestos lateralmente por pares, en vez de estar colocados uno delante del otro como en los animales vertebrados.

Este tipo se divide, como ya hemos dicho, en dos grupos principales formados, uno por los *Animales articulados propiamente dichos*, que se caracterizan por sus miembros articulados; otro por los *Gusanos*, que carecen de miembros ó no están representados sino por tubérculos cubiertos de pestañas, y en los cuales casi todas las partes de la organización son inferiores de algún modo, de forma que á menudo no se presentan sino en grandísimo estado de imperfección.

SUB-TIPO

DE LOS ARTHRÓPODOS, Ó ANIMALES ARTICULADOS PROPIAMEMTE DICHOS.

§ 516. Los animales articulados propiamente dichos no deben su superioridad á sus órganos de locomoción solamente, tienen también el sistema nervioso mucho más desarrollado que los gusanos, y la localización de las funciones es mucho más perfecta en su organización que en la de los referidos gusanos. Ya hemos indicado algunas de las diferencias que distinguen estos seres entre sí, y que sirven de base para su división en clases (§ 380); es por consiguiente inútil repetirlas aquí, y basta reproducir en forma de cuadro sinóptico algunos caracteres propios á estos diversos grupos.

ANIMALES ARTICULADOS propiamente dichos.	Respiración aérea que se efectúa por medio de traqueas ó de bolsas pulmonares. . . .	Cabeza distinta del tórax y con antenas.	Cuerpo compuesto de tres porciones distintas, cabeza tórax y abdomen; tres pares de patas; por lo general, alas.	*Insectos.*
			No se distingue el tórax del abdomen; veinte cuatro pares de patas ó más; nunca alas . .	*Miriápodos.*
		No se distingue la cabeza del tórax; cuatro pares de patas; no existen antenas ni alas. . . .		*Arácnidos.*
	Respiración acuática que se efectúa por medio de branquias. En general cinco ó siete pares de patas; nunca alas			*Crustáceos.*

CLASE DE LOS INSECTOS.

§ 517. La clase de los INSECTOS se compone de todos los animales articulados que tienen el cuerpo compuesto de cabeza, tórax y abdomen distintos, y tres pares de patas; á estos caracteres exteriores se puede añadir que su respiración se efectúa

por medio de tráqueas aéreas, que carecen de sistema vascular propiamente dicho y que casi siempre experimentan metamorfosis en la primera edad. En fin, debe también observarse que casi todos tienen alas y que son los únicos animales invertebrados que se hallan organizados para el vuelo.

§ 518. El esqueleto tegumentario de los insectos, esto es, la piel endurecida de dichos animales, conserva algunas veces cier-

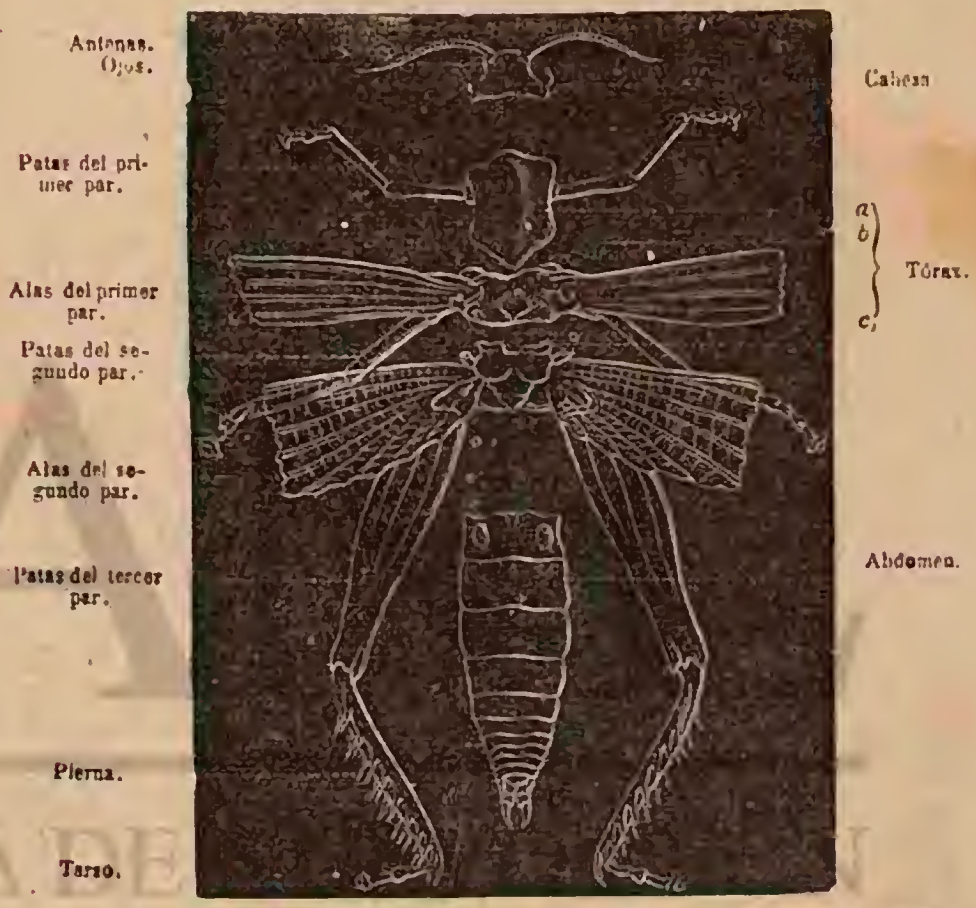


Fig. 384. — Anatomía del esqueleto de una langosta.

ta flexibilidad, pero por lo general presenta consistencia análoga á la del cuerno. No hay que creer por esto, sin embargo, que su tejido sea de naturaleza córnea. La química nos demuestra que se halla compuesto de materias muy diferentes, y que una sustancia particular, llamada *quitina*, forma la base de él. Compónese de numerosas piezas, que ora se hallan soldadas entre sí, ora se hallan unidas por porciones blandas de la piel, participando así de más ó menos movibilidad.

El cuerpo del insecto, como ya hemos visto, se divide en cierto número de anillos unidos, y, en esta serie de segmentos, se distinguen, como se ha dicho, tres porciones, á las cuales se ha dado los nombres de *cabeza*, *tórax* y *abdomen*.

Los miembros ó apéndices que nacen de estos diversos anillos tienen una estructura análoga á la del tronco del animal: com-

Fig. 385. — Capricornio de los Alpes.

Fig. 386. — Pausus cornutus.

pónense, en efecto, de tubos sólidos ó de láminas huecas dispuestas cabeza con cabeza y que contienen en su interior los músculos y nervios destinados á hacerlos mover.

La cabeza se halla formada por un trozo solo, y en ella se hallan los ojos, antenas y apéndices de la boca. Las antenas constituyen el primer par de miembros ó apéndices de los insectos, y se compone de un número considerable de pequeños artejos unidos por sus cabezas. Nacen de la parte anterior ó superior de la cabeza, y afectan en general la forma de cuernecillos delgados y flexibles (fig. 384); pero su conformación varía mucho, sobre todo en los machos. Así, unas veces se parecen á plumas (fig. 387), otras á sierrillas, en ocasiones á pequeñísimas mazas (fig. 386), otras veces terminan en una porción ensanchada, compuesta de laminillas sobrepuestas como las hojas de un libro (fig. 418): su longitud es en ocasiones muy considerable. En cuanto á su uso, nada se sabe de positivo, pero es de presumir que son los órganos del tacto y tal vez de la audición.

Otros tres pares de apéndices nacen de la parte inferior de la cabeza y constituyen los órganos de masticación ó de succión; hablaremos de ellos al tratar de la digestión (§§ 526 y 527).

§ 519. El *tórax* de los insectos ocupa la parte media de su cuerpo y sostiene las patas y las alas. Compónese siempre de

tres anillos llamados *protórax*, *mesotórax* y *metatórax* (*a*, *b*, *c*, fig. 384), fijándose en el arco ventral de cada uno de estos

Fig. 387. — Bombix, pavón pequeño nocturno.

segmentos uno de los pares de patas. Las alas se insertan, al contrario, en el arco dorsal de los anillos torácicos, pero en el protórax (*a*) nunca se insertan, y nunca tampoco existe más de un par de dichos apéndices en cada uno de los dos anillos siguientes, de suerte que su número no puede pasar de dos pares.

§ 520. Distínguese en las patas de los insectos anca, muslo, pierna y una especie de pie, llamado tarso, que se divide en va-

Fig. 388. — Notonecta. Fig. 389. — Saltamonte (*Acridium*). Fig. 390. — Pulga acuática.

rios artejos, cuyo número varía de dos á cinco, y termina por uñas. Su conformación varía, y, como es fácil presumir, se halla siempre en relación con las costumbres de los animales á que nos referimos.

Así es que, los insectos cuyas patas posteriores presentan gran longitud (fig. 389), saltan por lo general más que caminan; en los insectos nadadores, como los díticos, los notonectas (fig. 388) y los girinos ó pulgas acuáticas (fig. 390), los tarsos

son ordinariamente aplanados, pestañosos y dispuestos como remos; y en los que pueden marchar suspendidos de superficies lisas, se encuentra, debajo del último artejo de dichos órganos, una especie de pelota ó de ventosa propia para hacerlos adherirse á los cuerpos que tocan. En ocasiones también, las patas anteriores son ensanchadas, como las de los topos, á fin de que sirvan para escarbar la tierra: el grillotalpa (fig. 391), que con

Fig. 391. — Grillotalpa.

frecuencia ocasiona tantos perjuicios á la agricultura cortando las raíces que encuentra á su paso, presenta notable ejemplo de este género de estructura. Existen también especies en las cuales estas mismas patas constituyen órganos de prehensión, hallándose dispuesta la pierna á modo de garra que puede doblarse sobre el artejo precedente, cuyo borde se halla cubierto de púas:

Fig. 392. — Mantis religiosa.

un insecto grande del mediodía de Francia, el *mantis religiosa* (fig. 392), se halla conformado del modo dicho. Finalmente, se conocen asimismo insectos que tienen las patas anteriores reducidas á un estado rudimentario y plegadas contra el pecho, que no sirven para los movimientos y escapan con facilidad á la vista; de manera que al pronto se creería que estos animales tienen sólo cuatro patas: muchas mariposas diurnas se hallan en este caso (fig 393).

§ 521. Las alas de los insectos son apéndices laminosos, compuestos de una doble membrana, sostenidos interiormente por nervaduras más sólidas. Cuando aún están poco desarrolladas,

son blandas y flexibles; pero no tardan en secarse y ponerse tiesas y elásticas. Por lo general existen dos pares; nunca se observa mayor número, pero algunas veces falta uno ú otro de dichos pares; insértanse siempre en los dos últimos anillos del tórax. Su forma es variable. Cuando sirven realmente para el vuelo son delgadas y transparentes ó cubiertas de una suerte de

Fig. 393. — Morpho.

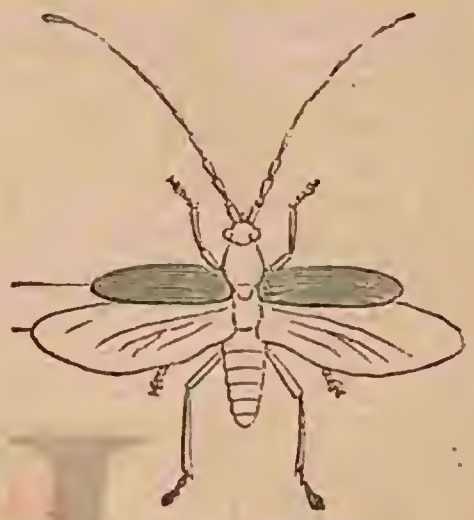


Fig. 394. — Capricornio carpintero

polvillo de color formado por escamas de tamaño microscópico como se ve en las mariposas; pero á menudo se vuelven las del primer par gruesas, duras y opacas, constituyendo especies de corazas ó estuches, llamados *élitros* (*a*, fig. 384), que, en estado de reposo, cubren las alas membranosas (*b*) y sirven para protegerlas. Otras veces estas mismas alas, aun membranosas hacia la extremidad, se vuelven duras y opacas en la base, designándose entonces con los nombres de semi-estuches ó hemélitros. Conócense igualmente insectos cuyas alas, en lugar de tener estructura laminosa, se hallan hendidas formando una multitud de membranas barbudas por sus bordes, semejantes á un abanico de plumas: esto se ve en un género afín de las mariposas, designado con los nombres de Pteróforo y de Ornéodo (fig. 395). En fin, cuando las alas posteriores faltan, se hallan de ordinario reemplazadas por dos filamentos mo-

Fig. 395. — Ornéodo.

vibles terminados en maza, que se llaman *balancines* (fig. 396).

§ 522. El abdomen de los insectos se compone de varios anillos movibles: á menudo se cuentan hasta nueve; pero algunas veces no se distinguen tantos, lo que parece que por lo general depende de la soldadura de dos ó más de dichos segmentos entre sí. En el insecto perfecto nunca sostienen estos anillos patas ni alas; pero en los que ocupan la extremidad posterior del cuerpo se insertan ordinariamente apéndices cuyas formas y usos varían mucho. Unas veces son simples cerdas ó estiletes cuyas funciones no son bien conocidas: en las mantas, por ejemplo (fig. 392). Otras veces afectan dichos órganos la forma de ganchos, constituyendo pinzas más ó menos poderosas, como en las forficulas ó tijeretas (fig. 397). En ocasiones se hallan dispuestos de modo que obran como un resorte y sirven al animal para lanzarse hacia adelante: las poduras (fig. 398), insectillos que, en nuestros climas, se esconden debajo de las piedras ó se mantienen en la superficie de las aguas estancadas, y que suelen vivir también en la nieve de las regiones más frías del globo, presentan este modo de organización. En fin, algunas veces todavía estos apéndices abdominales tienen estructura más complicada, y constituyen una arma ofensiva, ó un aparato destinado á efectuar el depósito de los huevos puestos por el animal en lugar á propósito para el

Fig. 396. — Conopso.

Fig. 397. — Forficula.

Fig. 398. — Podurella.

desarrollo de sus pequeñuelos: como ejemplo de estos órganos podemos citar el aguijón retráctil de las avispas y de las abejas, y el aguijón de los tentredos El primero se compone de un *dardo* formado de dos estiletes agudos, alojados en un tallo córneo ó estuche, que presenta cada uno por fuera un surco por el cual corre el veneno secretado en una glandulilla situada muy cerca de él: en estado de reposo, todas estas piezas se ocultan en el cuerpo del animal; mas cuando el insecto quiere servirse de ellas, las saca del estuche y las introduce, lo mismo que su dardo, en la piel de su enemigo. Algunas veces hasta le es imposible sacarlas después: en este caso se separa de su cuerpo el aguijón entero y queda implantado en la herida. La hendidura que de esto resulta determina rápidamente la muerte del insecto. El macho carece siempre de esta arma, y por lo mismo se le puede coger sin riesgo; pero las hembras y á menudo los individuos estériles, llamados *obreras*, se hallan provistos de ella, y su picadura ocasiona una inflamación muy dolorosa.

El aguijón de las cigarras, fœnus (fig. 399), icneumones y de muchos otros insectos presenta disposición bastante análoga, y en él se observa, por lo general, una especie de sierrilla con la cual hace el insecto una entalladura en los tejidos vegetales ó animales en los cuales debe el animal depositar sus huevos. Picando de esta manera una especie de encina de Levante, determina el insectillo conocido con el nombre de cínife (*cynips*) la formación de las *agallas*, que se usan mucho en la fabricación de tinta y para teñir de negro: la pequeña hendidura practicada por el aguijón determina un derrame del jugo del vegetal, resultando en seguida una excrecencia en el centro de la cual se encuentran los huevos del cínife.

Fig. 399. — Fœnus juculator.

§ 523. Los insectos se hallan provistos de sentidos muy desarrollados; gozan evidentemente del oido y del olfato, lo mismo que del tacto, gusto y vista; pero aun no se ha descubierto el asiento de la olfación, y en la mayor parte de estos animales no se percibe ningún órgano especial de audición. Las antenas y los apéndices de la boca parece que son los principales instrumentos del tacto, y las primeras tal vez sirvan también para la percep-

ción de los sonidos. Igualmente se sabe poco del aparato del gusto; mas los órganos de la vista han sido mejor estudiados.

La estructura de los ojos es muy diferente de la que hemos visto en los animales superiores. Por lo general, el órgano que, á primera vista, parece que es un ojo único, se halla en realidad formado por la aglomeración de una multitud de ojillos que tienen cada uno córnea, un bastoncillo vítreo de forma cónica, un baño de materia colorante y un filamento nervioso particular. En el saltón, verbigracia, se cuentan cerca de nueve mil, y se conocen insectos que tienen más de veinte y cinco mil. Todas estas pequeñísimas córneas son hexagonales y se hallan soldadas entre sí constituyendo una especie de córnea común, cuya superficie presenta multitud de divisiones parecidas á las mallas de una red, visibles solamente con una lente; á causa de esta disposición se da á menudo á dichos *ojos compuestos* el nombre de *ojos de facetas*. Por lo demás, cada uno de los aparatitos que constituyen dichos órganos múltiples es perfectamente distinto de los que le rodean, y forma con ellos un paquete de tubos terminado cada uno en un filete nervioso que proviene de la dilatación terminal de un solo nervio óptico. Casi todos los insectos están provistos de un par de estos ojos compuestos, situados por lo general á los lados de la cabeza; pero algunas veces se hallan reemplazados por *ojos sencillos*, y otras existen al mismo tiempo estas dos clases de órganos. En cuanto á la estructura de los ojos sencillos, que también se designan con los nombres de estemates ú ocelos, tiene la mayor analogía con la de cada uno de los elementos de los ojos compuestos. En general, los ojos sencillos se hallan reunidos en un grupo de tres hacia el vértice de la cabeza. Nada se sabe exactamente de la manera como obran estos aparatos sobre la luz que les hiere, ni sobre el mecanismo de la visión en los insectos.

§ 524. Muchos insectos poseen, lo mismo que los animales superiores, la facultad de producir sonidos; pero, por lo general, su *canto* no ocurre por los movimientos del aire en el aparato respiratorio, como en los primeros, y depende del frotamiento de ciertas partes del cuerpo unas contra otras, ó de movimientos impresos á instrumentos por la contracción de los músculos. Así el ruido monótono y ensordecedor de la cigarra resulta de la tensión y del aflojamiento alternativo de una membrana elástica dispuesta como la piel de una pandereta sobre la base del abdomen; en los grillos, son ciertas partes de las alas que, al frotar una contra otra, vibran con intensidad y que presentan para esto una estructura muy curiosa; pero el zumbido de las moscas parece que depende de la salida rápida del aire por los estigma-

tos torácicos durante los movimientos del vuelo. En fin, existen aún otros insectos que producen una especie de grito cuyo modo de producción no se conoce bien todavía: tal es el de la mariposa nocturna conocida con el nombre de *sphinx atropos*.

§ 525. El sistema nervioso de los insectos presenta la disposición general y la mayor parte de las modificaciones que ya se han señalado al tratar del tipo á que pertenecen estos animales (§ 514). Compónense principalmente de una doble serie de ganglios reunidos entre sí con cordones longitudinales (fig. 400): el número de estos ganglios corresponde al de los anillos: y unas veces se hallan casi igualmente espaciados, extendiéndose de un extremo del cuerpo al otro, mientras que otras veces se ven aproximados algunos de ellos constituyendo una masa única. Los ganglios cefálicos presentan un desarrollo bastante grande y dan origen á los nervios de las antenas, ojos, etc. El primer par de ganglios postesofágicos da los nervios de la boca, rodeando el esófago los cordones que unen dichos núcleos medulares á los ganglios cefálicos; finalmente, el cerebro da por cada lado un nervio que pasa sobre el estómago, y que, uniéndose con el del lado opuesto, constituye un nervio medio situado por encima del canal digestivo, que presenta en su trayecto diversos ganglios. Los tres pares de ganglios situados á continuación de los que se hallan inmediatamente detrás del esófago pertenecen á los tres anillos del tórax, y son el punto de partida de los nervios de las patas y de las alas; por lo general están muy aproximadas entre sí y son mucho más gruesos que los pares siguientes, que pertenecen al abdomen.

Fig. 400.

§ 526. La manera como los insectos se alimentan varía mucho: unos no viven sino del jugo de plantas ó de animales, otros se nutren con alimentos sólidos y son carnívoros ó fitófagos, correspondiendo á estas diferencias notables modificaciones en la conformación de la boca.

En los insectos masticadores, tales como los escarabajos, saltamontes, cucarachas (fig. 401) y langostas, esta abertura tiene por delante una pieza media, llamada *labio superior* ó *labro* (*d*, fig. 401), y presenta de cada lado una especie de grueso diente movible y muy duro llamado *mandíbula* (*b*, fig. 401), que sirve para dividir los alimentos. Inmediatamente detrás de las mandíbulas se encuentra un segundo par de apéndices,

cuya estructura es más complicada: son las *maxilas* (*c*, fig. 401). Cada uno de estos últimos órganos presenta por dentro una lá-

Fig. 401. — Cabeza de cucaracha vista por delante[1].

Fig. 403. — Maxilas de un carábido.

mina ó cilindro más ó menos duro y ordinariamente armado de dientecillos ó de pelos, que tiene, del lado externo, uno ó dos tallos compuestos de varios artejos y llamados *palpos maxilares*. En fin, detrás de las maxilas se encuentra un segundo par de apéndices, cuya base está sostenida por una pieza córnea media, llamada *barba* (*g*). Dichos apéndices constituyen la *lengüeta*. Están aplicados contra las maxilas, como estos mismos órganos lo están contra las mandíbulas: y se les ve también un par de filamentos articulados y movibles, llamados *palpos labiales*, porque comunmente se da el nombre de *labio inferior* á la barba reunida á la lengüeta. En cuanto á la forma de estas diversas partes, varía según la naturaleza y consistencia de los alimentos. Los palpos sirven principalmente para asir los alimentos y mantenerlos entre las mandíbulas mientras que éstas los trituran.

Fig. 403. — Lucano metálico.

[1] *a*, antenas; — *b*, ojos compuestos; — *c*, ocelos; — *d*, labro; — *e*, mandíbulas; — *f*, maxilas; — *g*, lengüeta; — *h*, palpos labiales.

En ocasiones adquieren las maxilas un desarrollo enorme y constituyen por delante de la cabeza una suerte de pinzas, disposición que es muy notable en los escarabajos (fig. 403) y otras especies del género Lucana, por ejemplo.

§ 527. En los insectos chupadores, las maxilas ó el labro se dilatan constituyendo una especie de trompa tubular, en el interior de la cual se encuentran á menudo filamentos sueltos, que desempeñan las funciones de pequeñísimas lancetas, formadas por las mandíbulas y las maxilas modificadas hasta el punto de apenas conocerse.

En las abejas, antóforos (fig. 404), avispas y los demás insectos designados por los zoólogos con el nombre común de himenópteros, presenta el aparato bucal una disposición que es de cierto modo intermediaria de los dos extremos pescritos. El labio superior (*a*, fig. 405) y las mandíbulas (*b*) se parecen mucho á los de los insectos masticadores; pero las maxilas (*c*) y la lengüeta (*d*) adquieren excesiva longitud, tomando las primeras una forma tubular envolviendo longitudinalmente los lados de la lengüeta: de forma que dichos órganos, reunidos en un paquete, constituyen una trompa que sirve de conducto á los alimentos, siempre líquidos ó líquidos, con los cuales se nutren dichos insectos. Esta trompa es movible en su base y flexible en el resto

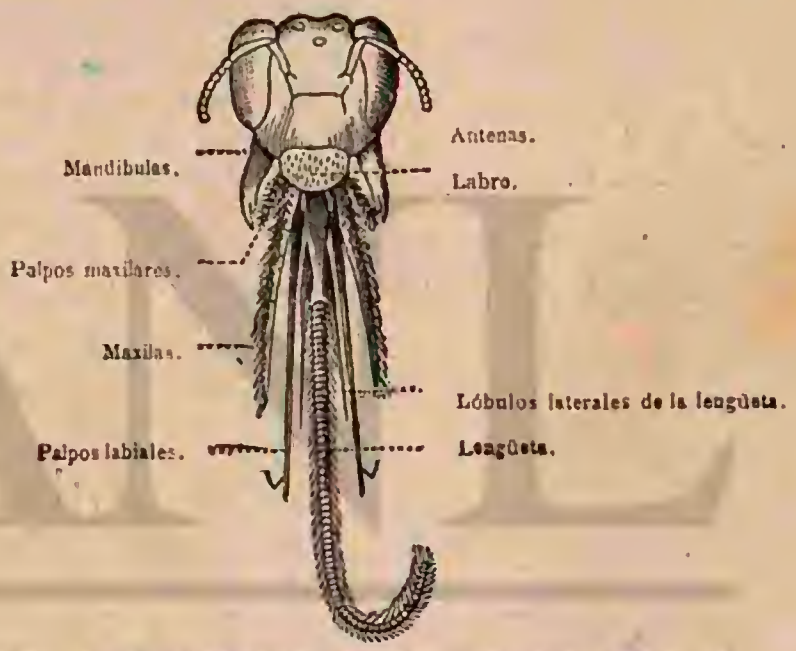


Fig. 404. — Cabeza de un antóforo.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

de su longitud, pero no se arrolla jamás, como veremos al tratar de las mariposas. En cuanto á las mandíbulas, sirven principalmente para cortar las materias que sirven á los himenópteros para hacer su nido, ó bien para coger y matar la presa cuyos humores chupan estos insectos. Obsérvase también que existen, en el interior de la cavidad bucal, otras piezas sólidas que faltan en los insectos masticadores, y que constituyen válvulas destinadas á cerrar la faringe siempre que no se efectúe el movimiento de la deglución.

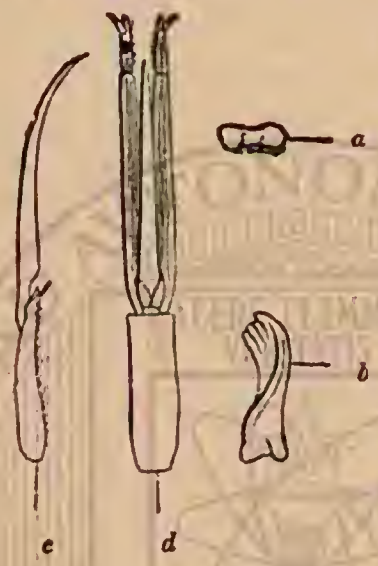


Fig. 405.

§ 528. En los cóccidos, cigarras, pulgones y demás insectos del orden de los hemípteros, se compone el aparato chupador de los mismos elementos, pero éstos presentan disposición algo diferente. La boca se halla armada de un pico tubular y cilíndrico, dirigido hacia abajo y atrás (figura 406), que se compone de un estuche ó vaina conteniendo cuatro estiletes; el estuche (*a*, figura 407) se halla á su vez formado de cuatro artejos y representa el labio inferior; en su base se percibe una pieza cónica y alargada que es análoga al labro; en fin, los estiletes (*b*, *c*), que tienen la forma de filetes delga-


Fig. 406. — Halys.

Fig. 407. — Aparato bucal de un hemíptero.

dos, tiesos y dentados en su extremidad, para poder atravesar la piel de los animales ó los tejidos de las plantas, representan mandíbulas y maxilas excesivamente prolongadas. En los hemípteros que viven á expensas de los animales, el pico es por lo general muy robusto y replegado formando semi-círculo por debajo de la cabeza. En los que se alimentan con el jugo de vegetales, es al contrario casi siempre delgado, y en estado de reposo se halla aplicado contra la faz inferior del tórax, entre las patas. Su longitud es algunas veces tan considerable, que pasa por detrás de la extremidad posterior del abdomen.

En las moscas, la trompa, tan pronto blanda y retráctil, como córnea y prolongada, representa también el labio inferior, y á menudo tiene palpos en su base; un surco longitudinal ocupa la faz superior y contiene estiletes, cuyo número varía de dos á seis, y cuyos análogos en los insectos masticadores, son las mandíbulas, las maxilas y la lengüeta. Algunas veces adquiere esta trompa enorme longitud (figura 408); otras, á la inversa, apenas es visible.

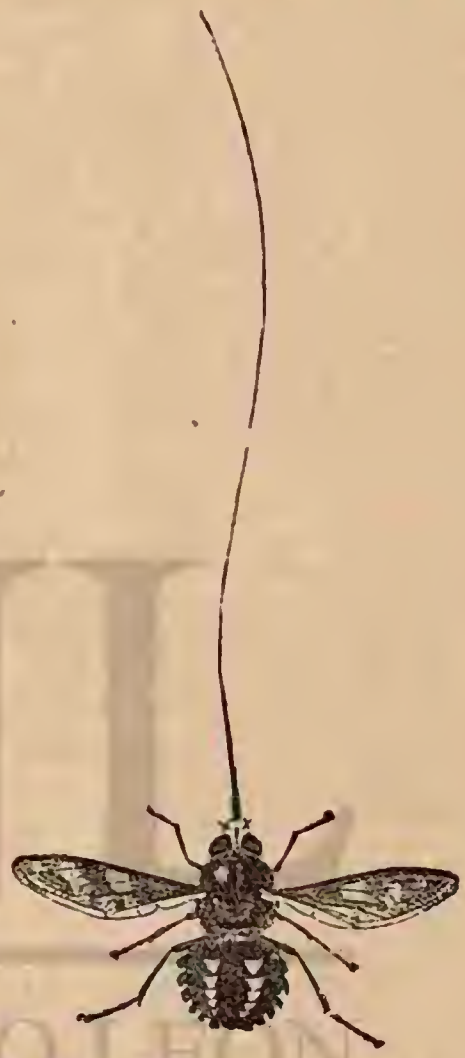


Fig. 408. — Nemestrina longirrostra

§ 529. Finalmente, en las mariposas (fig. 410), que se alimentan también de sustancias líquidas, pero que las encuentran en el interior de las flores y no tienen necesidad de instrumentos penetrantes para procurárselas, no existen estiletes que hagan veces de lancetas, como en los insectos precedentes, y se halla provista la boca de una larga trompa (*d*. fig. 409) de forma espiral y compuesta de dos filetes acanalados por su parte interna, que son simplemente las maxilas excesivamente prolongadas y modificada su forma. En la base de esta trompa, se distingue por delante una pequeña pieza membranosa, que representa el labro, y, por cada lado, un tuberculillo, último vestigio de las mandíbu-

las. Percíbense asimismo rudimentos de palpos maxilares, y hacia atrás se encuentra un pequeño labro triangular con dos palpos labiales muy grandes, compuestos de tres artejos y casi siempre pelosos y con escamitas (*e*).

Fig. 409. — Trompa de una mariposa[1]. Fig. 410. — Morpho helenor.

§ 530. El conducto alimenticio presenta en general estructura bastante complicada. Algunas veces es derecho, y presenta casi el mismo diámetro en toda su longitud; pero de ordinario es más ó menos tortuoso, observándose varias dilataciones y cuellos sucesivos. Distínguese en este caso en él (fig. 411) faringe, esófago, primer estómago ó buche, segundo estómago ó molleja, cuyas paredes son musculares y á menudo armadas de piezas córneas propias para triturar los alimentos; tercer estómago, llamado *ventrículo quilífero*, cuya textura es blanda y delicada; intestino delgado, ciego y recto. Lo mismo que en los animales superiores, se observa cierta relación entre la naturaleza de los alimentos y el desarrollo que adquiere dicho conducto; en los insectos carnívoros, es en general muy corto, mientras que en los insectos que se nutren con sustancias vegetales, es de ordinario muy largo. Los alimentos que entran en él son primeramente empapados de saliva; el aparato que secreta este líquido consiste en cierto número de tubos flotantes, terminados algunas veces en unas como ampollas, que comunican con la faringe por conductos excretorios. Una multitud de vellosidades que de ordinario cubren al ventrículo quilífico parece que sirven para la secreción de un jugo gástrico, y en esta cavidad igualmente se vierte la bilis. No existe hígado propiamente dicho en los insectos; pero este

[1] *a*, cabeza; — *b*, base de las antenas; — *c*, ojo; — *d*, trompa; — *e*, palpo.

órgano se halla reemplazado por tubos largos y sueltos, que flotan en el abdomen y desembocan superiormente en el ventrículo quilífico. Estos vasos biliares (*c*, fig. 411) desempeñan también las funciones de glándulas urinarias; pues excretan ácido úrico. Por uno de sus extremos desembocan siempre en el ventrículo quilífico, y la otra extremidad es libre unas veces y otras se halla fijada en el intestino, ya cerca de la primera abertura, ya cerca del recto.

En fin, se encuentra también, hacia la extremidad posterior del conducto intestinal, otros órganos excretorios (*e*) que sirven para elaborar líquidos especiales (como el veneno de la abeja) que muchos insectos hacen salir de su abdomen cuando se los inquieta.

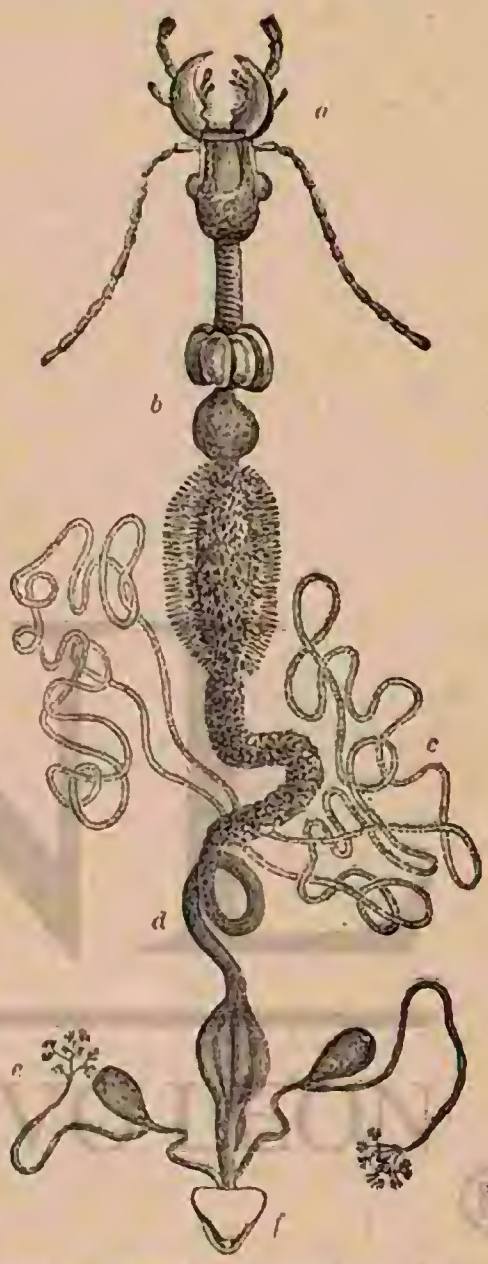


Fig. 411. — Aparato digestivo de un insecto[1].

§ 531. Parece que por una simple imbibición atraviesa el quilo las paredes del tubo digestivo y se mezcla con la sangre. Este último líquido es acuoso é incoloro; no se halla contenido en vasos, y se encuentra desparramado en los intersticios que los órganos dejan entre sí ó que presentan en la sustancia de su tejido. Carecen igualmente los insectos de circulación regular. Distínguese, es verdad, en ciertas partes del cuerpo, corrientes bastante rápidas; pero el líquido nutricio no recorre un círculo de modo que vuelva constantemente á su punto de partida. No

[1] *a*, cabeza con las antenas, mandíbulas, etc.; — *b*, buche y molleja, seguidos del ventrículo quilífico; — *c*, vasos biliares; — *d*, intestino; — *e*, órganos secretorios; — *f*, ano.

existe, en efecto, en estos animales sino vestigios de un aparato circulatorio (§ 112). Vese cerca de la superficie dorsal del cuerpo un tubo longitudinal (fig. 382 y 383) que ejecuta movimientos alternativos de contracción y de dilatación análogos á los del corazón en los animales superiores; pero este vaso dorsal parece que no produce ninguna ramificación. En líquido nutricio penetra en él por orificios laterales, provistos de válvulas para impedir el reflujo, y se escapa por su extremidad cefálica. Por lo demás, el movimiento de la sangre no depende únicamente del citado órgano; pues se han descubierto en muchos insectos válvulas movibles cuyos movimientos determinan en dicho líquido corientes rápidas, y, cosa singular, en las patas se halla situado tal aparato.

§ 532. La sangre, convertida en venosa por su acción en los diversos tejidos de la economía, no puede pues venir, á un punto determinado del cuerpo, para ponerse en contacto con el oxígeno y recobrar de este modo sus cualidades vivificantes. Si la respiración se hiciera de la manera común por medio de pulmones ó de la superficie exterior del cuerpo, fuera por consiguiente extremadamente incompleta; mas la desventaja que parece que debe resultar de esta gran imperfección en función tan importante no existe realmente. La naturaleza ha suplido el transporte rápido y regular de la sangre conduciendo el aire mismo á todas las partes del cuerpo, por medio de una multitud de conductos que comunican con el exterior y se ramifican hasta el infinito en la sustancia de la órganos (fig. 71). Estos tubos aeríferos, designados, como ya hemos dicho (§ 133), con el nombre de *tráqueas*, presentan complicada estructura. Distínguense de ordinario en ellos tres túnicas, componiéndose la mediana de un filamento cartilaginoso arrollado en espiral como un elástico de tirante. Unas veces son sencillos; mas otras presentan cierto número de dilataciones formando vesículas blandas, que desempeñan las funciones de depósitos de aire. Los orificios por donde entra el aire en las tráqueas se llaman *estigmas;* éstas se parecen por lo general á un ojal pequeño, pero algunas veces tienen válvulas que se abren y cierran como las hojas de una puerta. Ordinariamente se observa un par sobre las partes laterales y superiores de cada anillo; pero faltan á menudo en los dos últimos segmentos del tórax.

En cuanto al mecanismo por el cual se renueva el aire en el interior de este aparato respiratorio, no consiste por lo general sino en los movimientos de contracción y de dilatación del abdomen. Como ya hemos dicho en otra parte, la respiración es actívisima en estos animales. Consumen cantidad considerable de

aire con relación á su volumen, y se asfixian prontamente cuando se les priva de oxígeno; pero cuando se hallan en tal estado de muerte aparente, pueden permanecer en él largo tiempo sin perder la facultad de volver á la vida.

§ 533. La mayor parte de los insectos producen poco calor; mas algunos de dichos animales desprenden en ciertas circunstancias cantidad bastante considerable para elevar notablemente su temperatura. Las abejas se hallan en este caso, sobre todo cuando se agitan mucho en la colmena, debiendo observarse que su respiración se vuelve entonces muy activa.

§ 534. Otro fenómeno más notable, y cuya causa es aun desconocida, es la producción de luz que se observa en algunos insectos. El *lampyris*, ó *gusano de luz*, presentan de él un ejemplo muy conocido de todos los que frecuentan nuestro campos: el macho (fig. 412) tiene alas y es poco luminoso; pero la hembra (fig. 413), que carece de alas, y que á menudo se encuentra en los matorrales durante las cálidas noches de verano, esparce

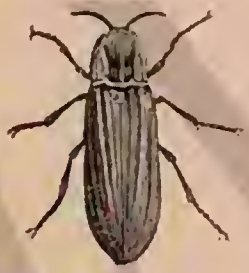


Fig. 412. — Lampyris macho.

Fig. 413 — Lampyris hembra.

una claridad fosforescente muy viva. En otra especie de lampyris que habita en Italia, los individuos de los dos sexos tienen alas y son luminosos. Pero esta singular propiedad es sobre todo notable en ciertos *elateres* que habitan las regiones cálidas de América, y que producen, volando en la oscuridad, una iluminación natural de bellísimo efecto: las mujeres los ponen á menudo en su peinado como adorno, y se ha dicho que los indios se sirven de ellos para alumbrarse cuando viajan de noche. En nuestros lampyros, la luz proviene de algunas manchas situadas encima de los dos ó tres últimos anillos del abdomen, mientras que, en los elateres, parte de manchas análogas situadas en el protórax ó corselete. Parece que el insecto puede á voluntad hacer variar la intensidad de dicho fulgor fosfórico, y que se halla ligada á la acción del oxígeno sobre una materia grasa que secretan los órganos fosforescentes.

§ 535. Los sexos se distinguen en estos animales, y á menudo existen diferencias grandísimas entre el macho y la hembra: el lampyris común nos ha presentado ya un ejemplo de ello (fig. 412 y 413). Casi todos los insectos ponen huevos; algunos, sin embargo, son vivíparos. Con frecuencia existe en la extremidad del abdomen de la hembra un dardo, un aguijón ó cualquiera otro órgano destinado á practicar agujeros á propósito para recibir los huevos, y, por un instinto admirable, la madre deposita siempre éstos en un sitio en el cual los pequeñuelos encuentran cerca los alimentos que necesitan, aunque, en la mayor parte de los casos, no son estos alimentos de los mismos que busca para ella.

En la primera edad, los insectos cambian muchas veces de piel, y presentan casi siempre un fenómeno de los más singulares, del cual, por lo demás, ya hemos visto un ejemplo en los batracios. La mayor parte de ellos, al salir del huevo, no se parecen á sus padres, ni á lo que ellos mismos serán más tarde, y pasan, antes de llegar al estado perfecto, cambios tan considerables, que constituyen verdadera *metamorfosis*.

Por lo general, los insectos pasan por tres estados bien distintos, que se designan con los nombres de *estado de larva, ú oruga* (fig. 414), *estado de ninfa, ó crisálida* (fig. 415), y *estado perfecto* (fig. 416). Pero los cambios que experimentan no son siempre grandes: tan luego estos cambios hacen al animal completamente desconocido, como no consisten sino en el desarrollo de las alas, y estos grados diversos de transformación se designan con los nombres de *metamorfosis completas* y de *semimetamorfosis ó metamorfosis incompletas*.

§ 536. Los insectos de metamorfosis completas son siempre más ó menos vermiformes cuando salen del huevo y se hallan en estado de *larva* (fig. 414); su cuerpo es largo, casi enteramente

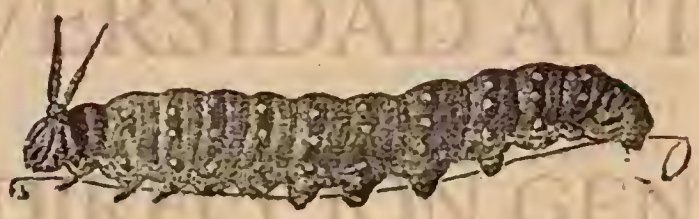


Fig. 414. — Larva de Papilio machaon.

blando y dividido en anillos movibles cuyo número normal es de trece: unas veces se hallan completamente privados de patas; otras varía mucho el número que tienen de estos órganos, pero

su forma en nada se parece á las mismas partes en el animal adulto. En general, no tienen sino ojos simples, y algunas veces carecen de ellos. Finalmente casi siempre se halla armada de mandíbulas y de maxilas, cualquiera que sea la conformación que después adquiera, y á menudo se observa que los primeros de dichos órganos sirven á la locomoción lo mismo que á la prehensión de los alimentos. Por lo demás, estas larvas son de forma variable, y unas veces se les da el nombre de *orugas*, y otras, aunque impropiamente, el de *gusanos*.

Después de permanecer en dicho estado durante un tiempo más ó menos largo y de haber experimentado muchas *mudas*, sus alas se forman bajo la piel, y se transforman en *ninfas*. Mientras dura todo este segundo período de su existencia, cesan de tomar alimento estos animales y permanecen inmóviles. Unas veces se seca la piel de que se despojan y constituye una especie de capullo oviforme dentro del cual permanecen encerrados; otras veces se hallan cubiertos sólo por una película delgada que, aplicada á los órganos exteriores, sigue todos sus contornos y se parece como á mantillas en las cuales se hallase envuelto el insecto. Esta última disposición se ve en las ninfas de las mariposas ó *crisálidas* (fig. 415).

Antes de experimentar esta metamorfosis, se prepara la larva á menudo un abrigo, y se encierra en un capullo que fabrica con la seda secretada por glándulas análogas á las glándulas salivales y labrada por medio de *hileras* que tienen en los labios. Otras veces se cuelga con filamentos (fig. 415), ó se esconde en algún agujero. Mientras permanece el insecto en este estado de reposo aparente es cuando se efectúa en el interior de su cuerpo un activo trabajo, cuyo resultado es el desarrollo completo de toda su organización. Sus partes interiores se reblandecen y toman poco á poco la forma que deben conservar; los diversos órganos que debe poseer el animal adulto se desarrollan bajo los tegumentos que los cubre, y, cuando esta evolución ha concluído, se desprende el animal de esta especie de envoltura, despliega las alas, que no tardan en adquirir consistencia, y se convierte en *insecto perfecto*.

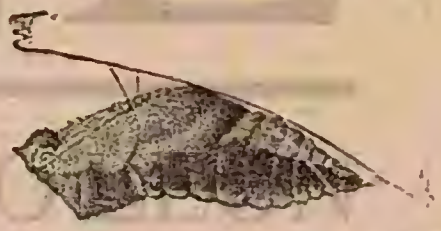


Fig. 415. — Crisalida de machaon

§ 537. Como ejemplo de estas metamorfosis completas, no podemos elegir mejor que citando el *bómbix del moral;* pues este insecto, en estado de larva, es de inmensa utilidad: es el *gusano de seda*, cuya cría contribuye tan poderosamente á la pros-

peridad agrícola de nuestras provincias meridionales y cuyo producto alimenta tantas ricas industrias.

Fig. 416. — Papilio machaon.

Este insecto procede de las provincias septentrionales de la India, y no se introdujo en Europa sino en el siglo XVI. Misioneros griegos introdujeron huevos en Constantinopla en el reinado de Justiniano, y, en la época de las primeras cruzadas, se extendió su cría en Sicilia y en Italia; pero sólo en tiempo de Enrique IV adquirió alguna importancia esta rama de la industria agrícola en nuestras provincias meridionales, en donde constituye hoy en día una de sus principales riquezas.

Los huevos del bómbix del moral se designan por los agricultores con el nombre de *simiente de gusanos de seda*. Cuando han estado expuestos al aire, tienen un color gris ceniciento; y, con ciertas precauciones se les puede conservar en tal estado durante bastante tiempo sin que se deterioren. Para que el trabajo de la incubación comience y las larvas nazcan, es necesario que los huevos estén durante algún tiempo bajo la influencia de una temperatura de 15 á 16 grados centígrados por lo menos. Después de haber experimentado ocho ó diez días de calor creciente se vuelven blanquizcos, y poco tiempo después comienzan á nacer las larvas. Estos pequeñísimos animales no tienen al nacer sino línea y cuarto de largo. Su cuerpo (fig. 417) es cumplido, cilíndrico, anillado, liso y, ordinariamente, de color parduzco. En su extremidad anterior se distingue una cabeza formada por dos especies de casquetes duros y escamosos, en los cuales se notan unos puntos negros, que son los ojos; la boca ocupa la parte anterior de esta cabeza y está armada de fuertes maxilas. Los tres anillos siguientes dan nacimiento cada uno á un par de patitas

escamosas, y representan el tórax. En conclusión, el abdomen es muy desarrollado y no tiene miembros en los dos primeros segmentos, pero se halla provisto posteriormente de cinco pares de tubérculos carnosos que se parecen á muñones y que constituyen otras tantas patas.

El primer cuidado que exige el gusano de seda después de su nacimiento es el de separarlos de sus capullos y de colocarlos en zarzos en donde encuentren alimento apropiado á sus necesidades. Para esto se tiene la costumbre de cubrir los huevos con una hoja de papel llena de agujeritos á través de los cuales pasan los gusanos para llegar hasta las hojas del moral colocadas encima; cuando se hallan en las ramas se les traslada á las andanas preparadas para servirles de habitación. El alimento del gusano de seda consiste en hojas de morera (fig. 417), y por consiguiente

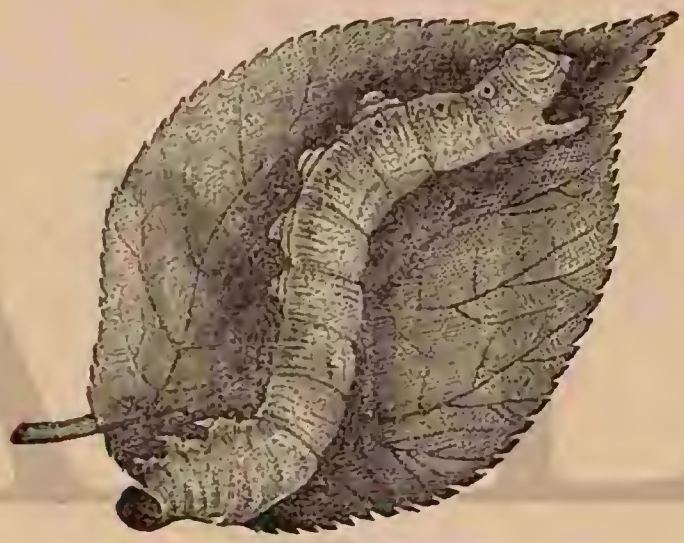


Fig. 417. — Gusano de seda.

del cultivo de esta planta depende la posibilidad de criar dichos insectos. El moral blanco es la especie más generalmente empleada en esta industria agrícola: es un árbol que se eleva ó 12 ó 15 metros y que da cuatro ó cinco quintales de hojas, algunas veces hasta diez ó doce. Prodúcese bastante bien en todos los terrenos y se le cultiva con buen resultado hasta en el norte de Europa; pero en ninguna parte crece espontáneo. En efecto, esta morera procede de la China. Dos monjes griegos la introdujeron en Europa á mediados del siglo XVI, á la vez que los gusanos de seda. Su cultivo se propagó en seguida en el Peloponeso, y dió á esta parte de Grecia su nombre moderno de *Morea*. De

allí pasaron las moreras y los gusanos de seda á Sicilia por la diligencia del rey Rogerio y tomaron en la Calabria rápida extensión. Algunos nobles que acompañaron á Carlos VIII á Italia durante la guerra de 1494, conociendo todas las ventajas que aquel país sacaba de dicho ramo de la agricultura, quisieron dotar de ella su patria é hicieron traer de Nápoles moreras que se plantaron en la Provenza y en el Dellinado. Hace cosa de cincuenta años, se veía aún en Allán, cerca de Montelimart, el primer árbol de éstos plantado en Francia: trájole Guy Pope de Saint-Aubán, señor de Allán. Hoy en día cubren las moreras una gran parte del mediodía de Francia y hasta se cultivan en el norte.

Los gusanos de seda viven en estado de larva unos treinta y cuatro días, y, durante este tiempo, cambian cuatro veces de piel; el tiempo comprendido entre estas *mudas* sucesivas constituye lo que los cultivadores llaman *dormidas*, porque en él permanece la oruga inmóvil. Al acercarse, pues, la muda se adormecen y cesan de comer; mas después de cambiada la piel, redobla el apetito. La cantidad de alimento que consumen aumenta rápidamente. Calcúlase que, para las larvas producidas por una onza de simientes, se necesitan ordinariamente como siete libras de hojas durante el primer período de su edad, cuya duración es de cinco días; veintiuna libras durante el segundo, que dura sólo cuatro días; setenta libras en el cuarto, cuya duración es igual á la del tercero, y mil doscientas á mil trescientas libras durante el quinto. El sexto día de este último período es la época más voraz de la vida de estos insectos. Devoran entonces doscientas ó trescientas libras de hojas, y hacen al comer un ruido que se parece mucho á un fuerte aguacero. Al segundo día dejan de comer y se preparan á experimentar su primera metamorfosis. Véseles entonces tratando de trepar á los ramajes que se tiene cuidado de poner al rededor de las andanas en donde se han criado. Su cuerpo se vuelve blando, y sale de su boca un hilo de seda que arrastran detrás de ellos. En seguida se fijan, echan á su alrededor una multitud de hilos finísimos que se llama banco ó banasta, y, colgados en medio de esta red, hilan su capullo, que construyen girando continuamente sobre sí mismos en diversos sentidos y arrollando así al rededor de sus cuerpos el hilo que hacen salir por la hilera que tienen en el labio. La seda así formada se produce en glándulas que tienen mucha analogía con las glándulas salivales de otros animales, y la materia de que se compone es blanda y viscosa en el momento de salir, pero no tarda en endurecerse al aire. De esto resulta que las diversas vueltas de dicho hilo único se pegan una á otras y cons-

tituyen una envoltura de tejido sólido y de forma oval. El color de esta seda varía: unas veces es amarilla y otras de color blanco brillante, según la variedad del gusano que la ha producido, y la longitud de cada hilo pasa á menudo de 600 metros, pero varía mucho, lo mismo que el peso de los capullos. Los gusanos que nacen de una onza de simiente pueden producir hasta ciento treinta libras; pero semejante producto es raro, y á menudo no se obtiene sino de setenta á ochenta libras de capullos.

Por lo general, tres días y medio á cuatro bastan á las larvas para acabar su capullo, y si se abre en seguida esta especie de célula, se ve que el animal (fig. 419) no tiene el mismo aspecto que

Fig. 418. — Bómbix del moral.

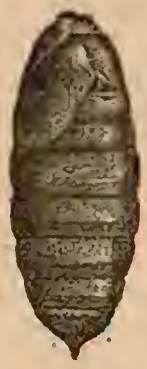


Fig. 419. — Crisálida

antes de encerrarse en ella. Ha tomado un color pardo, la piel se parece á cuero viejo, y su forma es oval algo puntiaguda en su extremidad posterior. No se distinguen ya cabeza ni maxilas; pero su porción posterior se halla ocupada por anillos movibles, mientras que hacia delante se nota una faja oblicua que representa las alas futuras del animal perfecto. El tiempo que permanecen los bombícidos encerrados del modo dicho en estado de crisálida varía según la temperatura. Si el calor es de 15 á 18 grados, pasan al estado perfecto del décimoctavo al vigésimo día. Para atravesar el capullo, humedecen una extremidad con un líquido especial que expelen, y en seguida dan fuertes cabezazos en el punto así ablandado. Cuando el bómbix ha concluído del modo indicado sus metamorfosis, se presenta en forma de mariposa de alas blanquizcas (fig. 418): su boca no se halla ya armada de maxilas como en la primera edad, pero se prolonga formando una trompa arrollada en espiral; sus patas son delgadas

y largas, y su conformación interior difiere tanto de de la larva como su forma exterior. Apenas nacen, se buscan los machos y las hembras, en seguida ponen éstas sus huevos, cuyo número se eleva á más de quinientos por cada uno de estos insectos; en fin, después de vivir de diez á veinte días en estado perfecto, mueren.

§ 538. Las abejas, de las cuales ya hemos tenido ocasión de hablar (§ 332), pasan por cambios mayores aún, puesto que en estado de larvas carecen completamente de patas y se parecen á pequeños gusanos. Lo mismo sucede con las moscas, con los mosquitos y con otros muchos insectos: así es que los animales vermiformes que hormiguean en las carnes podridas, y que se conocen con el nombre vulgar de *gusanos*, no son otra cosa que larvas de la *mosca cæsar*. Los mosquitos que, por la noche, vuelan en cantidad enorme, y que tanto incomodan al hombre con sus dolorosas picaduras, viven en el agua cuando se hallan en estado de larva. Entonces son vermiformes, carecen de patas, y tienen el abdomen terminado por pestañillas y apéndices dispuestas en radios (fig. 420); finalmente, del penúltimo anillo sale un tubo

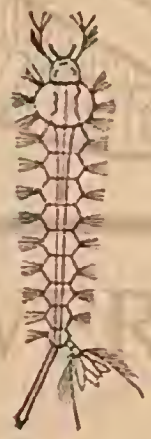


Fig. 420. — Larva de mosquito.

Fig. 421. — Mosquito (*Culex pipiens*)

bastante largo (*t*), que sirve al animal para tomar de la atmósfera el aire que necesita. Para respirar de este modo, se pone en la superficie del agua, cabeza abajo, repitiendo algunas veces este movimiento. La ninfa continúa viviendo en el agua y moviéndose en ella; pero, en vez de respirar como la larva, toma el aire que necesita con dos tubos situados en el tórax. Flota en la superficie

del líquido, y, concluída su metamorfosis, el insecto perfecto (fig. 421) se sirve de su vieja envoltura de ninfa como de una barquilla hasta que sus largas patas y sus alas hayan adquirido bastante solidez para permitirle marchar sobre la superficie del agua ó volar; pues si su cuerpo llega á ser sumergido, como sucede á menudo cuando el viento hace zozobrar su débil embarcación, se ahoga infaliblemente.

§ 539. Los *insectos de metamorfosis incompletas* pasan también por el estado de larva y de ninfa antes de llegar al estado perfecto; pero en ellos sólo difiere la larva del insecto perfecto en la falta de alas, y el estado de ninfa no se caracteriza sino por el crecimiento de estos órganos, que, antes replegados y escondidos bajo la piel, son ahora libres, pero no adquieren todo su desarrollo sino en la época de la última muda.

Fig. 422. — Ephemera vulgata.

Citaremos, como ejemplos de insectos que pasan por esta clase de metamorfosis, las langostas y las ephemeras (fig. 422). Estos últimos presentan además una particularidad notable; pues de ordinario los insectos cambian de piel por última vez cuando pasan del estado de ninfa al estado perfecto, mientras que el efímero pasa aún una muda antes de ser completamente adulto, aunque en este estado no vive sino algunas horas. Las larvas de dichos efímeros viven en el agua y no se diferencian del adulto sino en lo corto de sus patas, en la carencia de alas y en la línea de laminillas ú hojillas que tiene á cada lado de su abdomen y que emplea como órganos de respiración y de natación. La ninfa (fig. 423) no se diferencia de la larva sino por la existencia de los estuches ó vainas que contienen las alas. Cuando llega la época en que estos órganos deben desarrollarse, sale el insecto del agua, y, después de revolotear algunos minutos, se posa en un objeto elevado y ejecuta rápidos

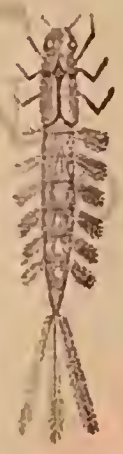


Fig. 423.

movimientos con los cuales se despoja de su membrana tegumentaria; sólo entonces adquieren las patas toda su longitud, y el cuerpo los colores que debe conservar.

§ 540. Algunos insectos, aunque pasan por cambios considerables cuando son pequeñuelos, no experimentan la serie completa de transformaciones de que hemos hablado; parece, por decirlo así, que se paran en el camino, y jamás llegan á tener alas. Las pulgas están en este caso. Al salir del huevo, carecen de patas y parecen gusanillos de color blanquizco. Estas larvas son rapidísimas en sus movimientos y se arrollan formando un círculo ó una espiral. No tardan en volverse rojizas, y, después de permanecer en tal estado durante una docena de días, se encierran en un pequeñillo capullo sedoso, excesivamente delicado, para transformarse en ninfas; luego, al cabo de doce días de reclusión poco más ó menos, si el tiempo es cálido, salen de la envoltura en estado perfecto.

§ 541. En conclusión, existen también insectos que no pasan por metamorfosis, y que nacen con todos los órganos que deben tener; pero siempre son insectos ápteros los que presentan semejante modo de desarrollo. La podura (fig. 398), de la cual hemos ya hablado, y los piojos, son de éstos.

§ 542. Los insectos, que tan notables son por su organización, lo son aún más por sus costumbres y por el instinto admirable con el cual ha dotado la naturaleza á muchos de ellos. La astucia que emplean para procurarse su alimento ó para escapar de sus enemigos, y la industria que despliegan en sus trabajos, admiran á todos los que los observan; y cuando se les ve reunirse en sociedades numerosas para suplir su debilidad individual, ayudarse unos á otros, repartirse los trabajos necesarios para la prosperidad de la comunidad, prevenir sus necesidades futuras y á menudo hasta ajustar sus acciones á las circunstancias accidentales en que se encuentran, nos confundimos de encontrar en seres tan pequeños y en apariencia tan imperfectos, instintos tan variados y poderosos y combinaciones intelectuales que tanto se parecen al razonamiento. No faltaría asunto si quisiéramos indicar aquí ejemplos de estos curiosos fenómenos; pero los estrechos límites de estas lecciones no nos permiten que ahora consagremos en ellas más espacio á la cuestión, y sólo podemos referirnos á lo que ya queda dicho al tratar en general de las acciones de los animales (§ 317-337).

§ 543. **Clasificación de los insectos.** — Si tratamos ahora de resumir en pocas palabras las diferencias más importantes que los insectos presentan entre sí, veremos que dichas diferencias dependen sobre todo de la estructura del aparato bucal que

regula el régimen de dichos animales; de la disposición de los órganos que sirven para la locomoción aérea, función que da á toda la clase uno de sus rasgos más notables; en fin, del género de metamorfosis que estos seres experimentan cuando son pequeñuelos. Ahora bien, según lo que ya hemos dicho sobre la esencia de las clasificaciones naturales, es evidente que en las modificaciones del aparato bucal, de las alas y del modo de desarrollo, es por consiguiente donde el zoólogo encontrará las bases de la distribución metódica de dichos animales. En efecto, de este modo se ha llegado á dividirlos en cierto número de órdenes, á los cuales se han dado los nombres de *Coleópteros, Ortópteros, Neurópteros*, *Himenópteros*, *Lepidópteros*, *Hemipteros*, *Dipteros*, *Ripipteros*, *Chupadores*, *Anapluros* y *Tisanuros*.

§ 544. Los Coleópteros, lo mismo que los ortópteros y los neurópteros, están organizados para alimentarse con sustancias sólidas, ya vegetales, ya animales, y para esto tienen mandíbulas y maxilas á propósito para triturar dichos alimentos (fig. 411).

Fig. 424. — Anobium.

Fig. 425. — Escarabajo ó *Atteucus* de los egipcios.

Fig. 426. — Dermesto lardarius.

Tienen dos pares de alas; pero las del primer par no sirven para volar, y constituyen una especie de broqueles duros y coriáceos que se llaman *élitros* (*a*, fig. 384). Las alas del segundo par son, al contrario, membranosas, transparentes, y demasiado largas para ocultarse bajo de los élitros sin plegarse al través; en ocasiones carecen de ellas, hallándose en este caso en la imposibilidad de volar: esto es lo que sucede al gorgojo, que destruye el trigo, y se caracteriza por su cabeza prolongada á modo de pico.

Los coleópteros experimentan metamorfosis completas. La larva se parece á un gusano con cabeza córnea, mientras que el resto del cuerpo es casi siempre blando (fig. 427); su boca se halla conformada como la del insecto perfecto; los tres anillos que siguen á la cabeza tienen casi siempre un par de patas cada uno, ordinariamente muy cortas; en fin, muchos de estos animales tienen un par de falsas patas insertadas en el último segmento del abdomen. La ninfa es inactiva y no toma alimento; hállase cubierta de una piel membranosa que se aplica exactamente á las partes situadas por debajo y permite que se perciban.

Fig. 427. — Larva de Melolontha.

La mayor parte de estos insectos son notables por la dureza de sus tegumentos y el brillo de sus colores. Unos son carnívoros: por ejemplo, el cárabe dorado (fig. 15), tan común en las avenidas enarenadas; otros, como la melolontha, se nutren con materias vegetales. Su número es inmenso; conócense más de treinta mil especies; pero nos limitaremos á citar aquí los Escarabeidos, de los cuales es célebre una especie (fig. 425) á causa del respeto que le tenían los antiguos egipcios, las cantáridas ó *moscas de España* (fig. 428), que, en el mediodía de Francia y en España, viven en el fresno y en las lilas, y proporcionan á la medicina una sustancia vejigatoria muy enérgica; las calandras ó gorgojos, que viven en el trigo; los anobiums (fig. 424), y las carcomas, que, en estado de larva, atacan y destruyen las maderas; los dermestos (fig. 426), cuyas larvas se nutren con los despojos de otros animales y á menudo destruyen las pieles y las colecciones zoológicas; en conclusión, los coccinélidos, mariquitas ó vaquitas de San Antón, las cicindelas, los cárabes, etc.

Fig. 428. — Cantárida vesicatoria (aumentada.)

§ 545. Los Ortópteros se parecen á los precedentes en la disposición general de los órganos de la masticación, lo mismo que en el número y consistencia de sus alas, pero se diferencian de ellos en el modo de plegarse las alas posteriores y en la naturaleza de sus metamorfosis. Los élitros son menos duros que en los coleópteros, y las alas membranosas (fig. 429), cuando están en reposo, no se repliegan transversalmente, sino que se pliegan en sentido longitudinal, á modo de abanico. Pasan sólo por me-

tamorfosis incompletas, y la larva, así como la ninfa, se parece al insecto perfecto, excepto en las alas. En fin, todos son terrestres,

Fig. 429. — Langosta (*Locusta veredissima*).

Fig. 430. — Cucaracha (*Blatta*).

y la mayor parte se caracterizan por lo cumplido del cuerpo enorme desarrollo de las patas posteriores, lo que hace de ellos animales saltadores.

Las langóstas y los saltamontes (fig. 389) son los representan

Fig. 431. — Grillo (*Grillus domesticus*).

tes principales de este grupo; pero en él se incluyen también los mantis (fig. 392), phylliums (fig. 432), grillos (fig. 431), grillo-

talpas (fig. 391), blattas ó cucarachas (fig. 430) y las forfículas (fig. 397).

§ 546. Los NEURÓPTEROS se distinguen de los demás insectos masticadores por la contextura de sus alas, que son cuatro, todas

Fig. 432. — Phyllium hoja seca.

membranosas, transparentes, de gran tenuidad é igualmente ventajosas para el vuelo. El cuerpo de estos insectos es en general blando y muy largo. En fin, unos pasan por metamorfosis completas, otros solamente las experimentan incompletas. Este orden comprende las libélulas (fig. 433), agriones (fig. 193), efímeros (fig. 422), hormigas-león (fig. 140), frigáneas, termes (fig. 434), etcétera.

Estos últimos insectos, que también se conocen con el nombre vulgar de *hormigas blancas*, son animales muy destructores. Encuéntraseles principalmente en los países cálidos, pero ocasionan asimismo perjuicios considerables en algunas partes de Francia: en la Rochelle y en Rochefort, verbigracia. Roen las maderas y viven en sociedades numerosas, compuestas de machos, hembras con alas, individuos neutros ápteros y jóvenes.

§ 547. Los Himenópteros (fig. 435) establecen de cierto modo el paso de los insectos masticadores á los chupadores. Poseen,

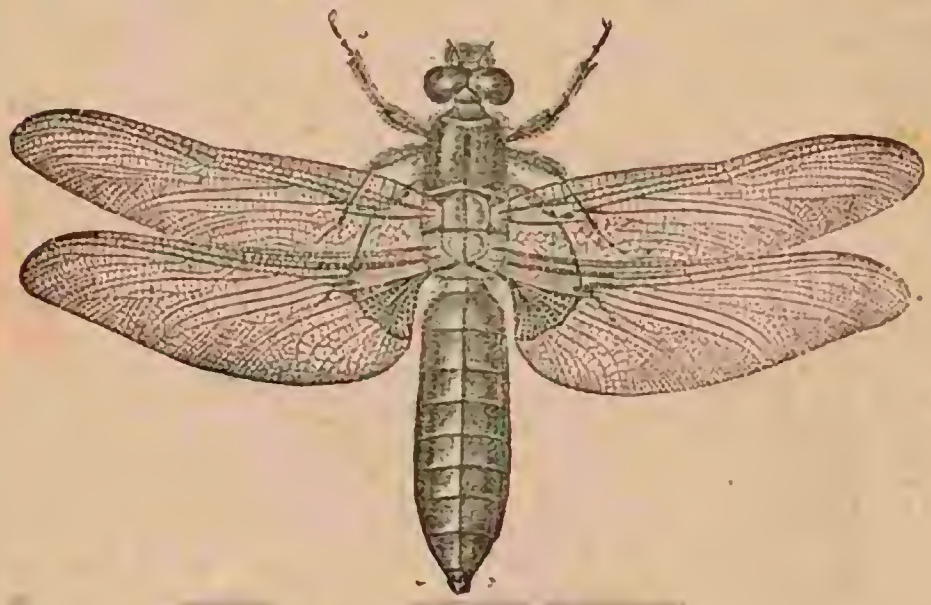


Fig. 433. — Libellula depressa.

en efecto mandíbulas conformadas casi como en los primeros, pero no las emplean en la masticación, y se alimentan con materias blandas ó líquidas que extraen con una trompa movible y flexible, compuesta de maxilas y de la lengüeta excesivamente prolongada (fig. 404). Tienen, como los neurópteros, cuatro alas membranosas y transparentes: pero estas alas, en vez de ser reticuladas como una malla, están divididas en cierto número de celdillas bastante grandes por nervaduras córneas, y se cruzan horizontalmente sobre el cuerpo durante el reposo. Sus tegumentos presentan poca dureza, y el abdomen de las hembras termina en un taladro ó en un aguijón.

Estos insectos experimentan una metamorfosis completa. La larva, unas veces privada de patas, se parece á un gusano; otras veces, que tiene seis patas de ganchos y á menudo también de doce á diez y seis patas membranosas, se parece más á las orugas: en uno y otro caso tiene cabeza escamosa con mandíbulas, maxilas y un labro, en la extremidad del cual tiene una *hilera* para el paso de la materia sedosa con que debe construir su capullo. El régimen de dichas larvas es muy vario. Muchas de ellas necesitan que las cuiden y son criadas en común por individuos estériles, reunidos en sociedad, como ya hemos visto al tratar de las abejas (§ 332) La ninfa permanece sin tomar alimentos y en

reposo completo. Finalmente, en su estado perfecto, viven casi todos los himenópteros en las flores y mueren al año de nacer.

Este orden comprende la mayor parte de los insectos más notables por sus instintos, tales como las hormigas, abejas (fig. 156) y avispas. Inclúyense asimismo en él los abejorros (fig. 435), xilócopas (fig. 148), tentredos, sirex (fig. 436), icneumónidos, cynips, etc.

Fig. 434. — Termes.

§ 548. El orden de los LEPIDÓPTEROS se compone de insectos cuya boca (fig. 409) se halla organizada de manera que sólo puede aspirar los jugos que tienen las plantas en su superficie, y cuyas alas, que son cuatro y membranosas como en los dos grupos precedentes, son opacas y de diversos colores por la existencia de una suerte de polvillo escamoso fijado en su superficie (fig. 437). La boca, como ya hemos dicho, tiene la forma de una trompa arrollada en espiral. En fin, estos insectos pasan por metamorfosis completas, y sus larvas (fig. 414, 417 y 441, 4*b*), conocidas con el nombre de *orugas*, tienen patas hacia las dos extremidades del cuerpo, y en geenral se alimentan con hojas: unas se encierran en un capullo sedoso para concluir su transformación; otras se envuelven en hojas, ó se cuelgan de cualquier cuerpo extraño con un hilo de seda (fig. 415).

Fig. 435. — Abejorro.

Entre los lepidópteros, unos vuelan de día, otros no se presentan sino á boca de noche, y otros aún permanecen como aletargados durante el día y no salen sino de noche. Los *diurnos* se caracterizan por sus alas elevadas verticalmente durante el reposo (fig. 438), y son notables por la variedad y brillantez de sus colores. Desígnaseles generalmente con el nombre de mariposas, lero los zoólogos los dividen en vanessas (fig. 437), mariposa;

propiamente dichas (fig. 416), danaides (fig. 438), etc. Los *Crepusculares* y los *Nocturnos* tienen las alas horizontales durante

Fig. 436. — Sirex gigante.

el reposo y por lo general colores más pálidos que los precedentes. Éstos son los sphinx (fig. 439), bombícidos (fig. 418, 440).

Fig. 437. — Pavón diurno (*Vanessa*).

falenos, tíneas, etc. La pirala (fig. 441), que ocasiona grandes perjuicios á los viñedos, pertenece igualmente al mismo grupo.

§ 549. Los HEMÍPTEROS tienen también la boca dispuesta para la succión, pero no consiste sino en una simple trompa ó pico

articulado, dentro del cual se encuentran estiletes agudos apropiados para perforar los tejidos animales ó vegetales en los cuales debe el animal chupar los líquidos que le sirven para nutrirse (§ 528).

Fig. 438. — Danaide plexippe.

Estos insectos tienen ordinariamente cuatro alas como todos los precedentes; pero, en general, las del primer par no son membranosas sino hacia el extremo, constituyendo semiélitros. En fin, las metamorfosis son incompletas, y el insecto, al crecer, no cambia de forma ni de costumbres; solamente adquiere, en general, alas de que carecía; algunas veces, no obstante, permanece siempre privado de dichos órganos; así sucede, verbigracia, en las chinches de las camas. Inclúyense en este orden los pentátomos (fig. 442), halys (fig. 443), etc., nepas ó *escorpiones de*

Fig. 439. — Sphinx de la vid.

agua (fig. 446), cigarras (fig. 444), pulgones, cochinilla, etc. También se pueden considerar en este grupo las pulgas (fig. 445), que siempre son ápteras como las chinches, y que la mayor parte de los naturalistas han creído que deben constituir un orden especial, el de los *Chupadores*.

§ 550. El orden de los DÍPTEROS se caracteriza por la existencia de un solo par de alas membranosas, bastante parecidas á las de los himenópteros, y por la estructura de la boca, organi-

zada para la succión solamente; distínguese en ella, en general, una trompa córnea y prolongada unas veces, blanda y retráctil otras, que contiene cerdas rígidas y agudas.

Fig. 440. — Bombix quercus.

Fig. 441. — Pirala de la vid[1].

Puédese formar idea bastante exacta de la forma general de los dípteros por la de uno de estos insectos que todo el mundo

Fig. 442. — Pentatoma.

Fig. 443. — Halys.

conoce, la mosca doméstica Añadiremos sólo que todos pasan por metamorfosis completas. Las larvas (fig. 448, *a*) carecen de

[1] Hoja de vid atacada por la pirala: — 4, macho; — 4*a*, hembra: — 4*b*, oruga; — 4*c*, huevos; — 4*d*, 4*e*, crisálidas.

patas, su cabeza es blanca, y la boca tiene ordinariamente dos

Fig. 444. — Cigarra común *(Iicada plebeia)*.

ganchos. Unas veces cambian muchas veces de piel y fabrican un

Fig. 445. — Pulga.

Fig. 446. — Nepa.

Fig. 447. — Chinche.

capullo para dentro de él transformarse en ninfa; pero otras veces no mudan, y la piel endurecida y arrugada, se vuelve en la

Fig. 448. — Estro (*Oestrus*).

Fig. 449. — Tábano.

ninfa como una cáscara sólida parecida á una semilla (figura 448, *a*).

Inclúyense en esta división además de las moscas propiamente dichas, los mosquitos, tábanos (fig. 449), estros (fig. 448), etc.

§ 551. Los Ripípteros son insectos que no tienen también sino dos alas, pero en los cuales se hallan plegados estos órganos longitudinalmente á modo de abanico. Conócense sólo dos géneros, los Stylops (fig. 450) y los Xenos, que en estado de larvas, viven parásitos en el abdomen de las avispas y otros himenópteros.

Fig 450. — Stilops.

Fig. 451. — Piojo.

Fig. 452. — Machila.

§ 552. El orden de los Anapluros ó Parásitos es del mismo modo muy poco numeroso; compónese de insectos que carecen siempre de alas, que tienen la boca dispuesta para la succión y que no experimentan metamorfosis. Como su nombre lo indica, viven en el cuerpo de otros animales, cuyos humores chupan. Forman dos géneros, los Piojos (fig. 451) y los Ricinos. Estos últimos se fijan en el perro y en diversas aves.

§ 553. En conclusión, los insectos del orden de los Tisanuros nacen igualmente en la forma que deben conservar y carecen siempre de alas; pero distínguense de los precedentes por su apa-

rato masticador y por los apéndices que tienen en el abdomen. Éstos son las Poduras (fig. 398), Lepismas, Machilas (fig. 452), etc.

CLASE DE LOS MIRIÁPODOS.

§ 554. Los MIRIÁPODOS respiran por medio de tráqueas como los insectos, pero difieren considerablemente de estos animales lo mismo que de los arácnidos, por su conformación general. No sólo carecen siempre de alas, sino que su cuerpo, muy largo y dividido en numerosos anillos, tiene en cada uno de sus segmentos un par de patas á lo ménos; el número de estos órganos se eleva siempre á veinte y cuatro ó más, y no existe ninguna línea de demarcación entre el tórax y el abdomen. Parécense un poco á serpientes ó á gusanos que tuviesen patas; pero su organización interior los acerca á los insectos comunes, sólo que su sistema circulatorio es mucho menos incompleto.

La cabeza de los miriápodos tiene dos pequeñas antenas y dos ojos formados ordinariamente por una aglomeración de ocelas. Su boca se halla organizada para la masticación, y presenta un par de mandíbulas biarticuladas seguidas de labio con cuatro divisiones y de dos pares de apéndices semejantes á pequeñísimas patas. El número de los anillos de su cuerpo varía, y algunas veces parecen reunidos estos segmentos de dos en dos, de modo que cada trozo movible sostiene dos pares de patas (fig. 453).

Fig. 453. — Yula.

Estos últimos órganos no terminan sino en un solo gancho. En fin, en cada lado del cuerpo existe una serie de estigmas en comunicación con tráqueas conformadas del mismo modo que en los insectos comunes. Los miriápodos experimentan metamorfosis en la primera edad, pero estos cambios no son análogos á los que hemos visto en los insectos propiamente dichos, consistiendo sólo en la formación de nuevos anillos y en el aumento correspondiente del número de patas.

§ 555. Dos grupos naturales, fáciles de distinguir por la forma de las antenas, componen esta pequeña clase, á saber: los *Quilognatos ó Yulas;* y los *Quilópodos ó Escolopendras*, que el vulgo llama *cientopiés*.

Los QUILOGNATOS tienen cuerpo cilíndrico y se nutren con materias orgánicas más ó menos descompuestas; su marcha es lenta, y á menudo se arrollan formando una espiral ó una bola. Distínguseles con los nombres de Yulas (fig. 453), Polidesmos (fig. 454) y Glomeris.

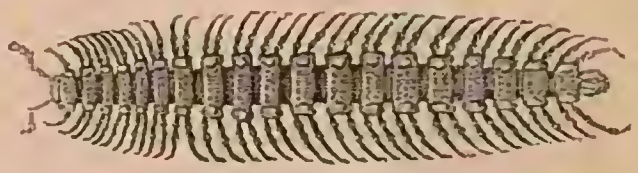


Fig. 454. — Polidesmo.

Los QUILÓPODOS tienen el cuerpo deprimido y más membranoso que los precedentes; son carnívoros y corren rápidamente. Tres géneros principales constituyen este grupo: Escolopendras (figura 184), Lithobios y Scutigeras.

CLASE DE LOS ARÁCNIDOS.

§ 556. La clase de los ARÁCNIDOS se compone de animales articulados que tienen mucha analogía con los insectos, y que están organizados igualmente para vivir en el aire, pero que se diferencian de éstos, á primera vista, por la forma general del cuerpo y por el número de patas, diferenciándose también en muchas particularidades importantes de su estructura interior. En efecto, todos los arácnidos tienen la cabeza confundida con el tórax y carecen de antenas propiamente dichas; tienen cuatro pares de patas y nunca alas; en fin, respiran en general por medio de cavidades pulmonares, y tienen casi todos aparato circulatorio bastante completo.

§ 557. El esqueleto tegumentario de estos animales es por lo general menos sólido que el de los insectos, y su cuerpo se compone de dos partes principales, casi siempre distintas: una llamada *céfalotórax*, porque está formada por la cabeza y el tórax confundidos en un solo trozo; otra llamada *abdomen*, y compuesta unas veces de una serie de anillos distintos (como se ve en los escorpiones, fig. 459), otras de una masa blanda, globulosa y sin divisiones (en las arañas, por ejemplo, fig. 455).

Los órganos de la locomoción están todos fijados en el céfalotórax, consistiendo en ocho patas muy parecidas á las de los insectos y casi siempre terminadas por dos ganchos. De ordinario tienen considerable longitud y se quiebran con facilidad; pero, lo mismo que en los crustáceos, el muñón, después de cicatrizarse, reproduce una nueva pata que crece poco á poco y concluye por ser semejante á la perdida por el animal. Nunca presentan los arácnidos vestigios de alas, y su abdomen se halla siempre completamente desprovisto de apéndices locomotores.

Fig. 455. — Migala.

§ 558. En la parte anterior del céfalotórax se encuentran la boca y ojos. Estos últimos órganos son siempre simples y están en número bastante considerable: ordinariamente se cuentan ocho (fig. 456), y en cada uno de ellos se distingue una córnea transparente, detrás de la cual se encuentra cristalino y humor vítreo, luego la retina formada por la terminación de un nervio óptico, y una envoltura de materia colorante. Nada se sabe respecto á los instrumentos por medio de los cuales se ejerce la audición en los arácnidos; pero se tienen numerosas pruebas de la existencia de este sentido en dichos animales, y hasta parece que algunos de ellos son sensibles á los encantos de la música. El tacto se ejerce principalmente por la extremidad de las patas y por los apéndices que tienen en la boca.

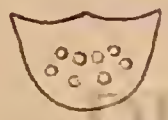


Fig. 456.

§ 559. El sistema nervioso de los arácnidos presenta diferencias bastante grandes. Unas veces (en los escorpiones, por ejemplo) se compone de una serie de nueve masas ganglionares re-

unidas entre sí por dobles cordones de comunicación, formando una cadena extendida de un extremo del cuerpo al otro, de una manera casi uniforme. Otras veces (en las arañas, etc.), se ven todos los ganglios del tórax reunidos en una sola masa (*t*, figuras 457 y 460), de donde parten hacia atrás dos cordones (*c*) que llegan á un ganglio abdominal único (*a*, fig. 460). Por lo demás, la disposición general de estas partes es siempre la misma: los ganglios anteriores (*c*), situados por delante ó encima del esófago

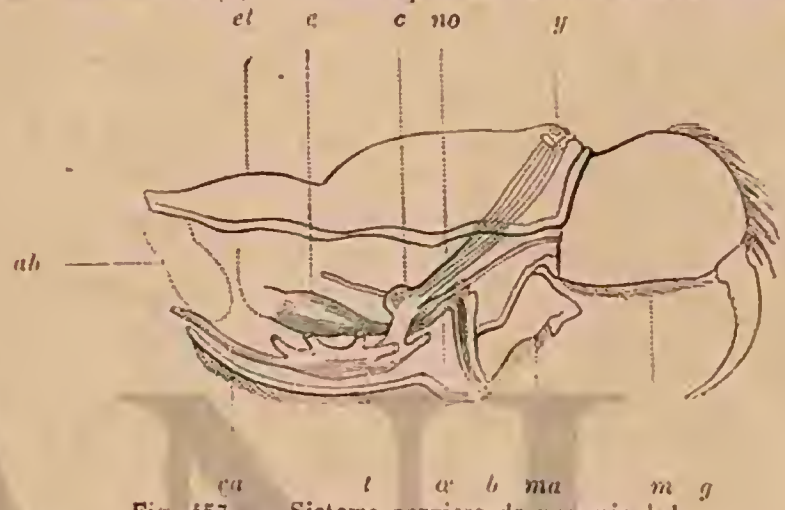


Fig. 457. — Sistema nervioso de una migala[1].

y que de ordinario se considera que representan el cerebro de estos animales, dan nacimiento á los nervios ópticos por delante, y se continúan hacia atrás en el collar esofágico; los demás ganglios están situados por debajo del tubo nutricio, y distribuyen nervios en las patas, abdomen, etc.

§ 560. Los arácnidos son carnívoros, pero se limitan por lo general á chupar los humores contenidos en el cadáver de su víctima, y á fin de hacerles más fácil la captura de animales cuyas fuerzas pudieran temer, ha dotado la naturaleza á muchísimos de ellos de un aparato venenoso. La mayor parte se alimentan de insectos que cogen vivos; algunos, no obstante, son parásitos. En los primeros, la boca (fig. 458) se halla provista de un par de mandíbulas armadas de ganchos movibles, ó conformadas á modo de pinzas, de un par de maxilas laminosas con un gran palpo más ó menos pediforme cada una y de un la-

[1] Sección del céfalotórax de una migala, que muestra la disposición del sistema nervioso: — *ct*, céfalotórax; — *m*, mandíbula ó queliceras; — *g*, garra ó gancho movible que la termina; — *ma*, maxilas; — *b*, boca; — *œ*, esófago; — *c*, estómago; — *ab*, principio del abdomen; — *c*, cerebro ó ganglio cefálico; — *t*, masa ganglionar del tórax; — *ca*, cordones que se unen á los ganglios abdominales; — *no*, nervio óptico; — *y*, ojos.

bio inferior; en los arácnidos parásitos, tiene la boca la forma de una pequeña trompa, de donde sale una especie de lanceta formada por las maxilas.

El gancho movible de las mandíbulas presenta cerca de su extremidad una pequeña abertura que es el orificio del conducto excretorio de la glándula venenosa de que acabamos de hablar, y el líquido que vierte en el interior de las heridas determina casi inmediatamente el adormecimiento de los insectos que estos animales cazan, pero es demasiado débil para hacer daño al hombre; sin razón, pues, atribuye el vulgo á la picadura de las arañas las ronchas y granos que se desarrollan algunas veces en nuestra piel.

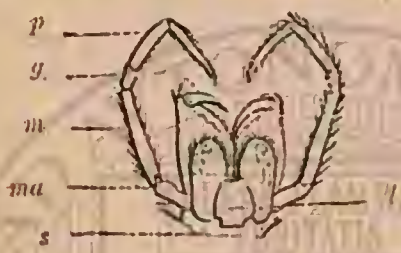


Fig. 458[1].

Ciertos arácnidos poseen otro aparato venenoso destinado para lo mismo y que á la vez sirve como arma defensiva: tal es el gancho que termina el abdomen de los escorpiones (fig. 459). Este dardo tiene por debajo de la punta varios orificios que comunican con una glándula venenosa; y la picadura de estos arácnidos es á menudo mortal hasta para animales bastante grandes, tales como los perros. Los grandes escorpiones de los países tropicales son también muy temibles para el hombre, pero la picadura de las especies propias de Europa parece que nunca es mortal; de aquélla resulta ordinariamente una inflamación local más ó menos viva, acompañada de fiebre, entorpecimiento, y en ocasiones vómitos, dolores en todo el cuerpo y temblores. Para


Fig. 459. — Escorpión.

[1] Aparato bucal de una araña: — *s*, esternón; — *l*, labio; — *ma*, maxilas; — *p*, palpos de las maxilas; — *m*, mandíbulas; — *g*, gancho ó gárras de las mandíbulas.

combatir estos accidentes, aconsejan los médicos el empleo del amoniaco (ó álcali volátil) administrado al interior lo mismo que al exterior y la aplicación de sustancias emolientes en la herida.

El conducto intestinal es por lo general bastante sencillo, pero presenta á veces apéndices cecales que penetran hasta en el interior de las patas. Ordinariamente desembocan cerca del ano tubos análogos á los vasos biliares de los insectos; pero en algunos arácnidos, tales como los escorpiones, existe también un hígado compuesto de cuatro racimos glandulares.

Cerca igualmente de la abertura anal se encuentran las glándulas secretorias de la materia sedosa, y las hileras con las cuales muchos arácnidos labran telas á menudo muy grandes y extremadamente delicadas (fig. 460, *f*)

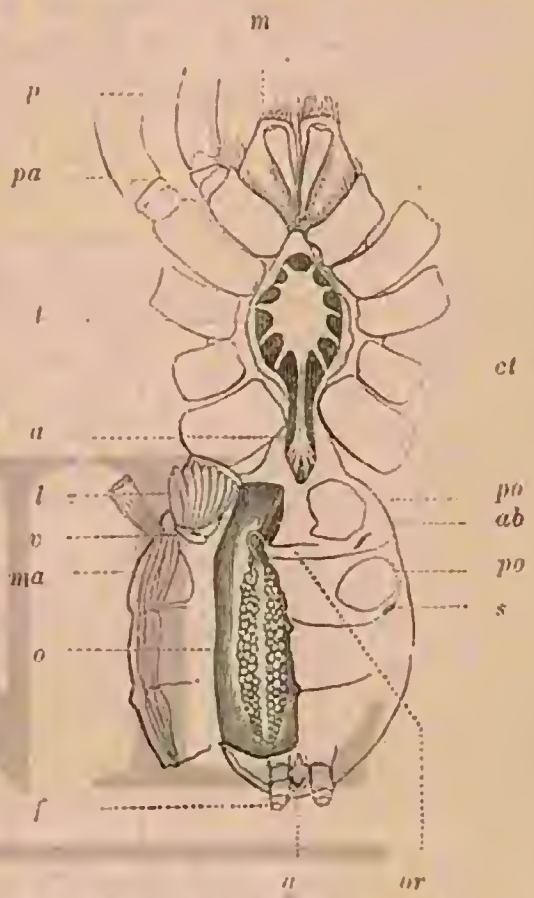


Fig. 460. — Anatomía de una migala[1].

§ 561. La respiración de los arácnidos es aérea como la de los insectos y se verifica algunas veces por medio de tráqueas; pero en la mayor parte de estos animales y principalmente en las arañas y escorpiones, se halla concentrada en bolsas situadas en el abdomen y llamadas *pulmones*. Estos últimos órganos presentan en su interior una multitud de laminillas membranosas (fig. 460) dispuestas como las hojas de un libro y constituidas por otros tantos bolsitos en los cuales penetra el aire. En conclusión, cada pulmón recibe el aire por una abertura situada en la

[1] *ct*, céfalotórax abierto por debajo, sirviendo de punto de inserción á las patas, cuyas bases están en su sitio: — *pa*, pata del primer par; — *p*, palpo; — *m*, mandíbulas; — *ab*, abdomen; — *t*, masa ganglionar torácica: — *a*, ganglios abdominales; — *po*, bolsas pulmonares; — *s*, estigmas; — *l*, laminilla respiratoria de una de estas cavidades abierta; — *o*, ovarios; — *or*, orificio de los oviductos; — *ma*, músculos del abdomen; — *an*, ano; — *f*, hileras.

faz inferior del abdomen (*a*), y unas veces se cuentan dos, otras cuatro y hasta ocho.

Ciertas arañas poseen pulmones y tráqueas á la vez: las segestrias se hallan en este caso; otras, como los falangianos y mitos tienen tráqueas solamente. Estos tubos presentan la misma estructura que en los insectos y el aire penetra en ellos por estigmas pequeñísimos situados en la parte inferior del abdomen.

La sangre es blanca en todos los animales de esta clase. Los arácnidos pulmonares se hallan dotados de un aparato circulatorio bastante completo. El corazón (figura 461), situado en el lomo tiene la forma de un vaso prolongado y da nacimiento á varias arterias: la sangre, después de haber atravesado los órganos, va á los pulmones y de allí pasa al corazón siguiendo una marcha semejante á la que ya hemos visto en los crustáceos (§ 114). En los arácnidos en que la respiración se efectúa únicamente por medio de tráqueas, es rudimentario el aparato de la circulación. En ellos parece que sólo existe un simple vaso dorsal, sin arterias ni venas bien desarrolladas.

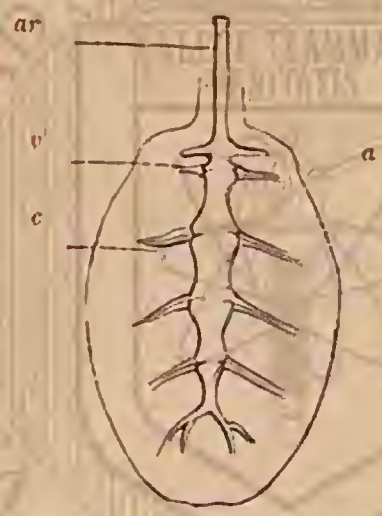


Fig. 461[1].

§ 562. Los arácnidos ponen huevos como los insectos, y el macho difiere, en general, de la hembra por la forma de los palpos maxilares, cuyas aplicaciones parece que son muy importantes. Muchos animales de éstos envuelven los huevos en una especie de capullo de seda, y algunas veces permanece la madre con sus pequeñuelos para protegerlos y hasta los lleva sobre el lomo cuando aún no pueden marchar por sí solos por ser demasiado débiles. Todos estos animales pasan por muchas mudas antes de llegar á la edad adulta, y algunos experimentan una suerte de metamorfosis; pues los hay que al principio no tienen sino tres pares de patas y que adquieren un cuarto par en edad más ó menos adelantada.

§ 563. Los arácnidos se hallan dotados de instintos variados, que en ocasiones son no menos notables que los de los insectos: hasta se les podria conceder facultades más desarrolladas, pues se han visto animales de esta clase prestarse á una especie de domesticación y dar signos de una suerte de inteligencia. Muchos

[1] Abdomen y corazón de una araña: — *a*, abdomen; — *c*, corazón; — *ar*, arteria cefálica; — *v*, conductos venosos.

de ellos emplean notable astucia para ampararse de su presa, otros despliegan en la construcción de sus nidos una industria singular: ya hemos tenido ocasión de hablar del tan particular nido de la migala (fig. 132); las redes (*telas de araña*) que las arañas domésticas tienden con admirable regularidad son igualmente curiosas. La seda con la cual estos animales labran también sus nidos, tienden lazos á su presa y forman capullos para sus huevos, la secretan por un aparato situado en la parte posterior del abdomen. Este aparato consiste en algunos manojos de vasos arrollados que desembocan en poros abiertos en la extremidad de cuatro ó seis pezones cónicos ó cilíndricos, llamados *hileras*, situados por debajo del ano (fig. 460, *f*). La materia glutinosa expulsada por dichos poros adquiere consistencia al ponerse en contacto con el aire y constituye hilos delgadísimos y de enorme longitud. El animal reune con sus patas multitud de estos hilos en una sola cuerda y cada vez que balanceándose tocan sus hileras el cuerpo sobre que se posa, sujeta á éste uno de dichos hilos, cuya extremidad opuesta se halla encerrada aún en el aparato secretorio, y del cual, por consiguiente puede aumentar á su arbitrio la longitud. El color y diámetro de los hilos varía mucho: una araña de Méjico labra una tela compuesta de hilos rojos, amarillos y negros entrelazados con arte admirable, y se ha calculado que diez mil hilos de los que salen de los poros de una de las hileras de algunos de nuestros arácnidos comunes no alcanzan el grueso de uno de nuestros cabellos, mientras que otras especies propias de los países cálidos forman tramas tan fuertes, que bastan para coger pajarillos y que el hombre mismo necesita hacer un esfuerzo para romper. No es menos variable la manera como los arácnidos emplean su seda: unos se limitan á tender hilos irregulares, otros tejen una tela cuyas mallas tienen extremada regularidad. En ocasiones se les ve inmóviles al medio de su trama, acechando la presa; otras especies se ocultan en un abrigo que se construyen muy cerca de la tela, y que tan luego tiene aspecto de un tubo sedoso, como el de una pequeña copa.

§ 564. Los arácnidos se dividen en dos órdenes, según la estructura de los órganos de la respiración y de la circulación.

Los ARÁCNIDOS PULMONARES se caracterizan principalmente por la existencia de bolsas pulmonares y de un aparato vascular bien desarrollado; pero también se les puede reconocer por otras particularidades de su estructura: así, tienen seis ojos, ocho ó aun más, y por debajo del abdomen se observan dos, cuatro ú ocho estigmas. Por lo demás, la forma general de estos animales varía: unas veces tienen abdomen globuloso, hileras en la extre-

midad y los palpos mandibulares pequeños; otras veces su abdomen es prolongado, compuesto de algunos anillos; sus palpos mandibulares se prolongan hacia el frente como brazos y terminan en pinzas; en conclusión, no tienen hileras en la extremidad del cuerpo, pero sí, por lo general, aparato venenoso. Los araneidos, esto es, las arañas propiamente dichas (fig. 195), las migalas (fig. 455), epeiras, licosas ó tarántulas, y theridiums (fig. 462), presentan el primero de estos dos modos de conformación; los escorpiones (fig. 459), el segundo.

Fig. 462. — Theridium malmignatus.

§ 565. Los ARÁCNIDOS TRAQUEALES no tienen bolsas pulmonares, respiran por tráqueas, como los insectos y no poseen sino un aparato vascular rudimentario para la circulación de la sangre. Unos carecen de ojos, y los que los tienen jamás cuentan más de dos ó tres. Algunos de estos animales, conocidos con el nombre de falangias, se parecen mucho á las arañas y son notables por la longitud de sus patas. Otros tienen la boca de forma de chupador y constituye la familia de los *Acarios* ó *Mitas*; son muy pequeños y muchos de ellos viven parásitos en otros animales. Una especie, el ixode del Brasil, se fija también en los perros, bueyes, etc., y de tal modo introduce su chupador en estos animales, que no puede separárseles de ellos sino desprendiendo la porción de piel á que se hallan adheridos. Otra especie de mita, llamada *leptus autumnalis*, es muy común en otoño en nuestros campos y se introduce bajo la piel de nuestras piernas, causando una comezón insoportable. Finalmente, un pequeñísimo animal de esta familia, que se multiplica en sinuosas cavidades bajo nuestra piel, es el que ocasiona una de las enfermedades más asquerosas, la sarna. El *sarcopte de la sarna* (figura 463) apenas es visible á simple vista; pero cuando se le examina al microscopio, vese que su cuerpo es oblongo, que su boca tiene la forma de una papila cónica armada de muchas cerdas y que sus patas, que son ocho, difieren mucho entre sí, ter-

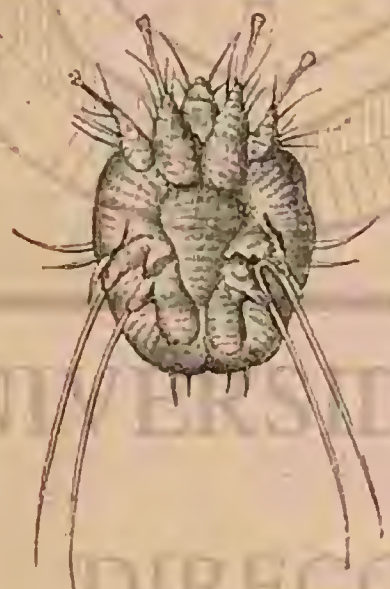


Fig. 463. — Sarcopte de la sarna.

minando las cuatro posteriores sólo en cerdas, mientras que las cuatro anteriores tienen en su extremidad pequeñas ventosas con las cuales pueden adherirse á los cuerpos más lisos.

CLASE DE LOS CRUSTÁCEOS.

§ 566. Los Crustáceos son animales articulados propiamente dichos, que tienen respiración branqueal ó sólo cutánea, y un aparato circulatorio semivascular, semilacunoso. Las centollas, los cangrejos y las langostas (fig. 464 y 476) forman el tipo de este grupo, pero también se incluyen en él muchísimos animales cuya estructura es mucho menos complicada, y cuya forma exterior es diferente: pues, á medida que se desciende en la serie natural formada por estos seres, se ve modificarse sucesivamente y simplificarse cada vez más el plan general de organización. Los últimos crustáceos son tan imperfectos que no pueden vivir sino adheridos, como parásitos, á otros animales, y que algunos naturalistas los han incluido entre los gusanos intestinales.

§ 567. El esqueleto tegumentario de los crustáceos presenta, en general, considerable consistencia. Casi siempre tiene dureza pétrea, y contiene, en efecto, gran parte de carbonato de cal. Puédese considerar esta envoltura sólida como una especie de epidermis, pues por debajo de ella se encuentra una membrana (fig. 472, *l*) que se parece al dermis de los animales superiores; y, en ciertas épocas, la primera se desprende y cae, como hemos visto ya separarse la epidermis del cuerpo de los reptiles y renovarse varias veces la membrana tegumentaria de las larvas de los insectos. Se comprende fácilmente la necesidad de estas mudas en animales que tienen todo el cuerpo encerrado en un estuche sólido, que, no pudiendo crecer, como las partes interiores, opondría al desarrollo de éstas obstáculos invencibles, si no cayese desde el momento que es demasiado pequeña para contenerlas cómodamente; por esto cambian los crustáceos de piel durante todo el tiempo de su crecimiento, y hasta parece que la mayor parte de dichos animales crecen durante casi toda su vida. La manera como se despojan de su envoltura vieja es muy singular; de ordinario, consiguen salir de ella sin ocasionarle la menor deformación, y cuando salen, toda la superficie del cuerpo se halla ya revestida de su nueva envoltura; aunque ésta es aun blanda y no adquiere la solidez que debe tener sino al cabo de algunos días.

El cuerpo de los crustáceos se compone de una serie de anillos más ó menos distintos. Unas veces la mayor parte de estos

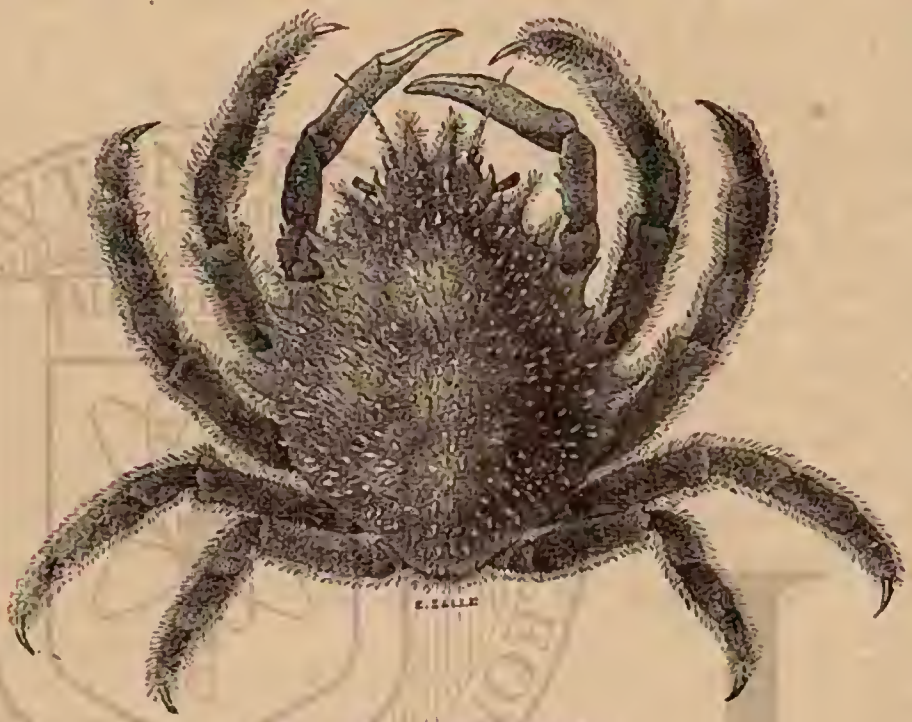


Fig. 464. — Centolla (*Maia*).

segmentos están simplemente articulados entre sí y participan de una movilidad bastante grande; otras veces están casi por completo soldados juntos y no se distinguen sino por los surcos formados por los puntos de unión; otras ocasiones, finalmente, su unión es aún más íntima, y sólo por analogía se puede considerar el trozo que resulta de su fusión como compuesto de varios anillos mejor que de uno solo. De lo cual resulta, como es natural, grandísimas diferencias en la forma general de dichos animales; y si se compara entre sí un onicus ó cochinilla de humedad (fig. 465), una talitra (fig. 190) y una centolla (fig. 464), verbigracia, parecerá á primera vista que están conformadas según tipos enteramente distintos; pero un estudio más detenido de su estructura hace ver que la composición de su esqueleto tegumentario es esencialmente la misma, y que las diferencias se reducen casi por completo á que la mayor parte de los anillos, del todo distintos y movibles en las cochinillas, se hallan soldados unos á otros en las centollas, y á que ciertas partes análogas no presentan en estos dos animales las mismas proporciones.

Así, en la cochinilla de humedad (fig. 465) ó en la talitra (figura 190), se encuentra una cabeza distinta (*c*) seguida de un tórax compuesto de siete anillos semejantes entre sí (t^2, t^7) sosteniendo cada uno un par de patas (*p*, *pp*); en fin, á la parte posterior del cuerpo, se ve un abdomen (*ab*) formado igualmente de siete segmentos, cuyo tamaño disminuye rápidamente, pero cuya forma es casi la misma que la del tórax. En la centolla, por el contrario (fig. 464), la cabeza no se halla separada del tórax, y no forma, con toda esta parte media del cuerpo, sino un solo trozo cubierto por un caparazón sólido, llamado *carapacho;* en fin, el abdomen casi no se ve, pues se halla replegado debajo del tórax y no presenta sino poquísimo volumen. Sin embargo, es fácil demostrar que, lo mismo en la centolla que en la cochinilla de humedad, existen por detrás de la cabeza siete anillos torácicos perfectamente reconocibles, y que el carapacho no es un órgano nuevo creado por los primeros, sino sólo la parte dorsal de uno de los anillos de la cabeza, que ha adquirido un desarrollo extremado y se extiende por encima de todos los demás anillos próximos. En otros animales de la misma clase, la forma general del cuerpo se diferencia aun más de la que acabamos de hablar. Así, las limnadias están encerradas entre dos caparazones ovales unidos como las valvas de una ostra, y sólo después de separar esta coraza movible se reconoce la estructura anular de su cuerpo (fig. 481). Los cypris, que abundan en las aguas estancadas, presentan una disposición análoga; sólo que los anillos que componen su cuerpo son aun más difíciles de reconocer. En conclusión, citaremos aún las lernœas, que, en edad adulta, presentan las formas más raras (fig. 175 y 176), pero que, en el primer período de su existencia, tienen una estructura anular muy regular (§ 366). Este estudio comparativo del esqueleto tegumentario de los crustáceos presenta grande interés para la anatomía filosófica, de la cual uno de sus ramos más importantes se refiere á las modificaciones que la materia hace sufrir á los mismos elementos orgánicos, para adaptarlos á usos diferentes y para crear con análogos materiales instrumentos desemejantes; pero los límites que hemos dado á estas lecciones no nos permiten extendernos más en este asunto.

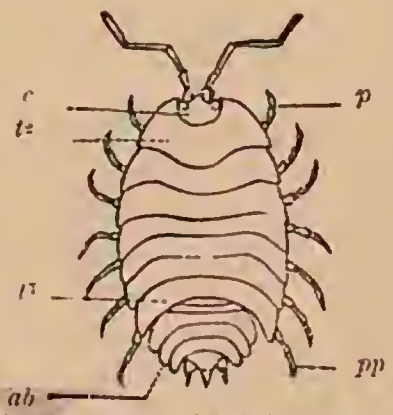


Fig. 465.—Cochinilla de humedad.

§ 568. Los apéndices laterales de los diversos anillos constitutivos del cuerpo son de ordinario numerosísimos, y presentan

también diferencias considerables en su conformación y en sus aplicaciones, ya se les considere en las diversas partes de un

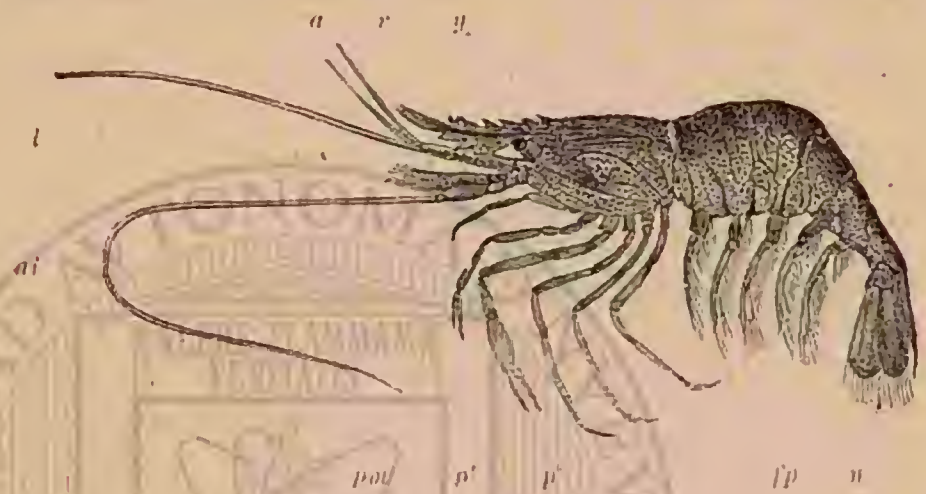


Fig. 466. — Camarón (*Palemón*)[1].

mismo individuo, ya se les compare en especies distintas. Los de los primeros anillos están, en general, destinados á las funciones de relación, y llevan los ojos ó constituyen antenas; los siguientes rodean la boca, y sirven para la prehensión ó para la división de los alimentos (fig. 165 y 166); los de la parte media del cuerpo constituyen patas para la locomoción, y los que se hallan más atrás tienen usos muy variables, pero sirven, ordinariamente, ya para la respiración, ya para la reproducción; en fin, esta larga serie termina, por lo general, en uno ó muchos pares de miembros dispuestos para servir de nadaderas.

La cabeza, ó mejor, la porción cefálica del cuerpo, lleva los ojos, antenas y apéndices bucales; algunas veces se halla dividida en varios anillos distintos (en las squillas, por ejemplo, fig. 474); pero, en general, no presenta separación semejante, y no se halla formada sino por un solo trozo que parece que representa siete de dichos anillos confundidos entre sí. Tan pronto es movible y distinta del tórax (fig. 465), como, al contrario, soldada á esta segunda porción del cuerpo, que, á su vez, se compone de anillos articulados entre sí en ciertas especies, y soldados en una sola masa en otras (fig. 464).

---

[1] *a*, antenas del primer par; — *ai*, antenas del segundo par, ó antenas inferiores; — *l*, apéndice laminoso que recubre la base de ellas; — *r*, rostro ó prolongación frontal del carapacho; — *y*, ojos; — *pm*, pata-maxilo externa; — *p'*, pata torácica del primer par; — *p''*, pata torácica del segundo par; — *fp*, falsas patas natatorias del abdomen; — *n* nadadera caudal.

Las antenas referidas son casi siempre dos pares y constituyen, ordinariamente, especies de cuernos filiformes muy largos. Las patas nacen por pares de los diversos anillos torácicos; á menudo se cuentan siete pares: en las cochinillas de humedad (fig. 465), camarones de arroyo y talitras, por ejemplo; pero otras veces, como se ve en las centollas (fig. 464) y los cangrejos (fig. 165), su número se reduce solamente á cinco pares, pues los apéndices que, en el primer caso, forman las cuatro patas anteriores, se hallan en éste dedicados á otros usos y transformados en órganos de masticación. También existen grandísimas diferencias en su estructura: en algunos crustáceos, son todas foliáceas, membranosas y propias solamente para la natación (fig. 481); en otros tienen forma acodada, articulada y dispuesta sólo para la marcha; en otros, aún, á la vez que sirven para este último género de locomoción, se prestan como otras tantas pequeñas azadas para escarbar la tierra, siendo en este caso ensanchadas y laminosas hacia su extremidad (fig. 467): en fin, también los hay en los cuales terminan en pinzas, convirtiéndose en instrumentos de prehensión á la vez que desempeñan ignalmente las funciones ordinarias en la locomoción (fig. 165). En los crustáceos nadadores, tales como los cangrejos, langostas (fig. 476), palemones (fig. 466), etc., el abdomen presenta, en general, un desarrollo considerable, y se termina por una ancha nadadera, que se convierte en el principal agente locomotor; pero en los que deben marchar más que nadar, es generalmente pequeñísimo y está replegado bajo del tórax: en las centollas, verbigracia, esta parte del cuerpo se halla reducida mucho y constituye el apéndice articulado que se percibe en la faz inferior del cuerpo entre las patas.

Fig. 467. — Hippa.

§ 569. El sistema nervioso se compone de una doble serie de ganglios situados en la faz ventral del cuerpo, cerca de la línea media. Por lo general corresponde su número al de los segmentos distintos de que se compone el cuerpo y siempre están situados en la cabeza los del primer par, por delante del esófago, donde constituyen una especie de cerebro (fig. 468, *c*). Pero la disposición de los ganglios del tórax y del abdomen varía mucho:

unas veces se hallan separados por espacios iguales y forman con sus cordones de comunicación una cadena extendida de un ex-

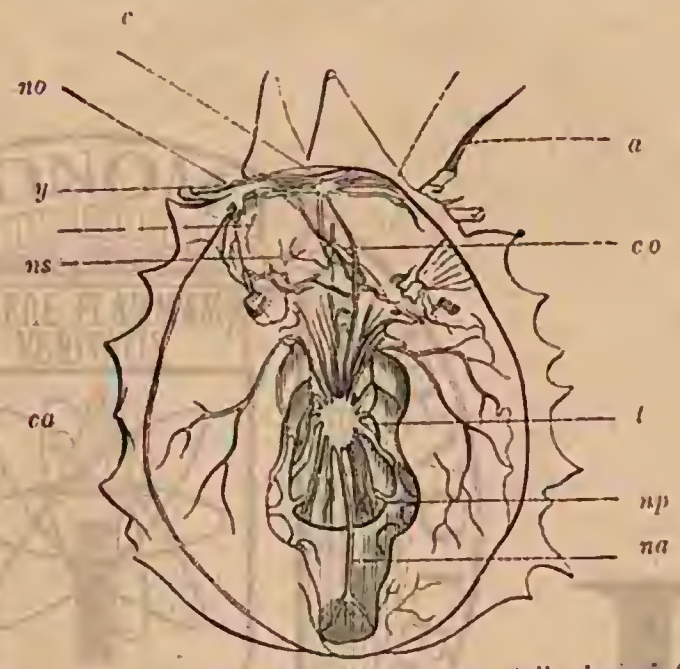


Fig 468. — Sistema nervioso de una centolla, la maia[1].

tremo del cuerpo al otro (fig. 183); unas veces están más ó menos aproximados unos á otros y en ocasiones se hallan reunidos en una sola masa, situada hacia el medio del tórax (fig. 468, *t*). Debe observarse que esta centralización del sistema nervioso se hace cada vez más completa á medida que el animal adquiere organización más elevada. Por lo demás, todos los crustáceos no tienen sino facultades muy limitadas, y ninguno de ellos ofrece mucho interés respecto á sus costumbres. Los ojos se hallan conformados poco más ó menos como en los insectos. Algunas veces son simples; pero, en general, son compuestos, y, en todos los crustáceos más perfectos se hallan sostenidos dichos órganos por pedúnculos movibles (fig. 469): disposición que no se ve en ninguna otra división de la clase de los animales articulados. En muchísimos crustáceos, existe también un aparato del oido, que se halla situado en la base de las antenas (fig. 470, *o*), y que se

[1] *ca*, carapacho abierto; — *a*, antenas exteriores; — *y*, ojos; — *e*, estómago; — *c*, cerebro; — *no*, nervios ópticos; — *co*, collar esofágico; — *ns*, nervios estomatogástricos; — *t*, masa ganglionar torácica; — *np*, nervio de las patas; — *na*, nervio abdominal.

compone de una pequeñísima membrana semejante á un tímpano, encima de la cual se encuentra una especie de vestíbulo lleno de

Fig. 469. — Podophthalmo[1].

líquido, que contiene la terminación de un nervio especial. Nada se sabe de positivo respecto al olfato y al gusto en estos animales.

Fig. 470[1].

§ 570. La mayor parte de los crustáceos viven de sustancias animales; pero presentan grandes diferencias en su régimen: unos no se alimentan sino con materias líquidas, otros se nutren con alimentos sólidos; en la conformación de la boca se observan las correspondientes diferencias. En los crustáceos masticadores, existe por delante de esta abertura un labio corto y transversal, seguido de un par de mandíbulas, de un labio inferior, de uno ó dos pares de maxilas propiamente dichas, y, en general, de uno ó de tres pares de maxilas auxiliares ó patas-maxilas, que sirven principalmente para la prehensión de los alimentos (fig. 165). En los crustáceos chupadores, al contrario, la boca se prolonga formando una especie de pico ó de trompa semejante á la que ya hemos visto en los insectos de costumbres análogas. En el interior de este tubo se encuentran apéndices delgados y puntiagudos, que hacen las veces de pequeñísimas lancetas, y,

[1] Porción anterior de la faz inferior del cuerpo de una centolla (la maia): — *ai*, antenas internas; — *a*, antenas externas; — *y*, ojos; — *o*, órgano auditivo; — *m*, patas-maxilas; — *b*, boca; — *p*, base de las patas anteriores; — *r*, abertura aferente de la cavidad respiratoria; — *s*, esternón.

por cada lado, vense de ordinario órganos análogos á las maxilas auxiliares de los crustáceos trituradores, pero que se hallan conformados de modo que sirven al animal para fijarse en su presa.

§ 571. El canal digestivo se extiende de la cabeza á la extremidad posterior del abdomen, y se compone de un esófago muy corto, de un estómago grande (fig. 472, *e*) y, en general, armado interiormente de dientes poderosos, de un intestino delgado y de un recto. En algunos crustáceos se secreta la bilis por vasos biliares bastante parecidos á los de los insectos; pero, en general, existe un hígado muy voluminoso (*fo*), dividido en varios lóbulos y compuesto de una multitud de tubillos cerrados por un extremo y agrupados al rededor de un conducto excretorio ramificado, cuya extremidad desemboca de cada lado en el intestino, cerca del píloro.

§ 572. Nada se sabe del modo como el quilo pasa del intestino al aparato circulatorio. La sangre es incolora ó ligeramente teñida de azul ó de lila, y se coagula fácilmente. Este líquido lo pone en movimiento un corazón situado en la línea media del

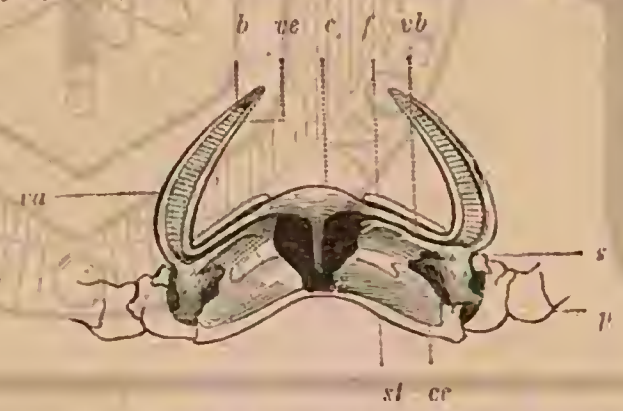


Fig. 471. — Aparato circulatorio de una centolla[1].

dorso (fig. 472, *c*), compuesto de una sola cavidad. Su forma es variable, y sus contracciones lanzan la sangre á las arterias, que la distribuyen á todas las partes del cuerpo. Las venas están reemplazadas por cavidades que los diversos órganos dejan entre sí y que entapiza una delgada capa de tejido celular; desembocan en vastos senos situados cerca de la base de las patas (fig. 471, *s*),

[1] Corte vertical del tórax de un crustáceo, por el cual se ve la marcha que sigue la sangre: — *c*, corazón; — *s*, senos venosos; — *b*, branquias; — *va*, vaso que lleva á las branquias la sangre venosa; — *ve*, vaso que recibe la sangre después de pasar ésta por la red capilar de las branquias; — *vb*, vasos branquio-cardiacos; — *f*, bóveda de los flancos; — *st*, esternón; — *ce*, células de los flancos; — *p*, base de las patas.

y de dichas cavidades se dirige la sangre á los órganos respiratorios, volviendo al corazón por conductos bien distintos, llamados bronquio-cardiacos (fig. 471, *vb*).

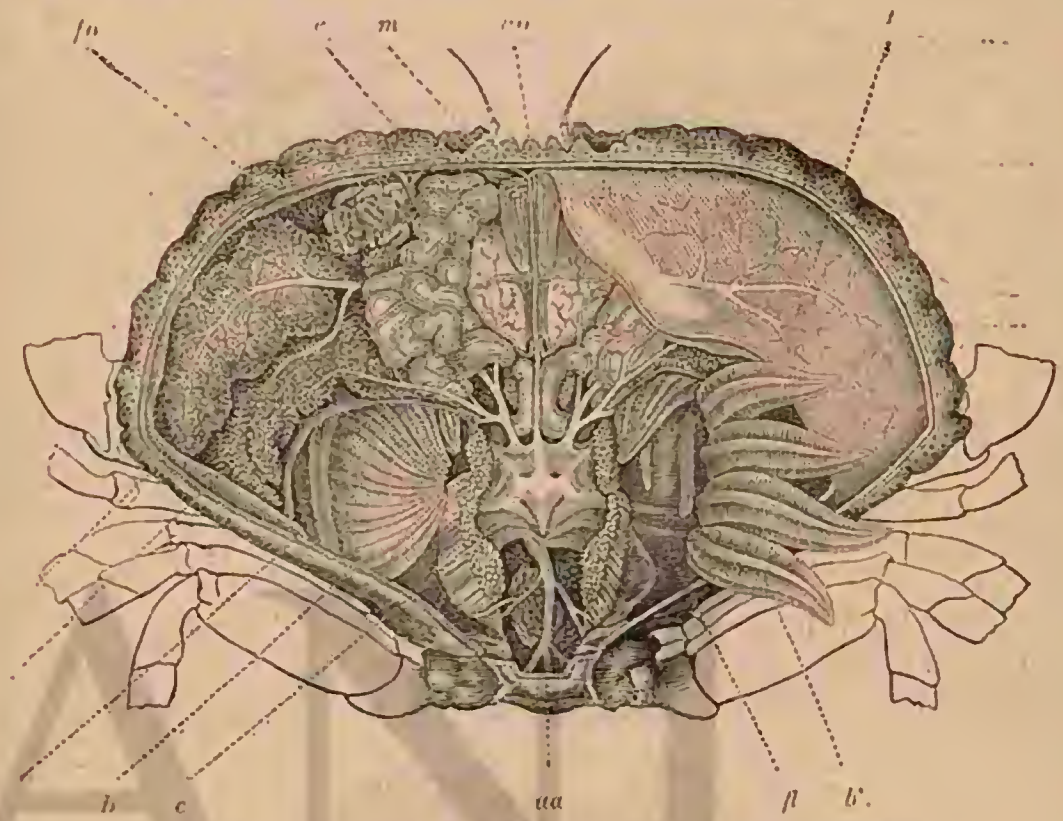


Fig. 472. — Anatomía de un cangrejo de costa, el *C. pagurus*[1].

§ 573. Los crustáceos son casi todos animales esencialmente acuáticos; por esto su respiración se verifica casi siempre por medio de branquias, y, cuando carecen de estos órganos, hace sus veces la piel de ciertas partes del cuerpo (frecuentemente la de las patas). Por lo demás, la disposición del aparato respiratorio es muy variable. Así, en las centellas, cangrejos y todos los demás crustáceos de organización análoga, consisten las branquias en numerosas pirámides compuestas cada una de una multitud de cilindritos dispuestos como las cerdas de un cepillo, ó de laminillas unidas como las hojas de un libro. Dichos órganos se hallan fijados por su extremidad al borde inferior de la bóveda

[1] Se ha quitado la mayor parte del carapacho : — *t*, porción de la membrana cutánea que cubre el carapacho; — *c*, corazón; — *ao*, arteria oftálmica; — *aa*, arteria abdominal; — *b*, branquias en su posición natural; — *b'*, branquias dobladas hacia fuera para mostrar sus vasos eferentes; — *fl*, bóveda de los flancos; — *f*, apéndice flabeliforme (ó *epignatis*) de las patas maxilas; — *e*, estómago; — *m*, músculos del estómago; — *fo*, hígado.

de los flancos (fig. 472 y 473) y están encerrados en dos grandes cavidades situadas á los lados del tórax y comprendidas entre el

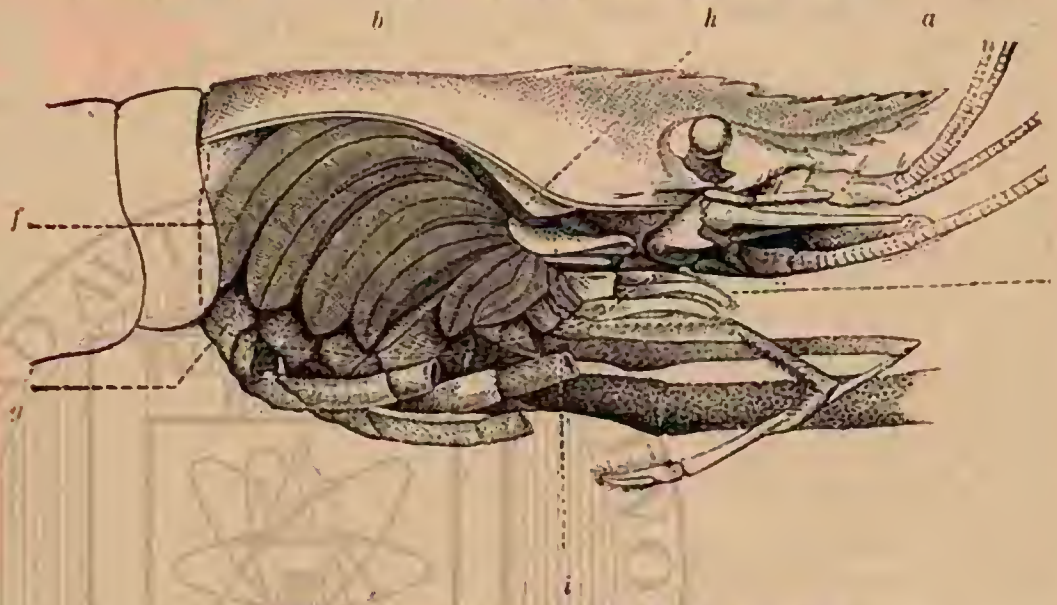


Fig. 473. — Aparato respiratorio de un palemón[1].

carapacho y la bóveda de que acabamos de hablar, disposición que no se encuentra en ningún otro animal de esta clase. La cavidad respiratoria comunica con el exterior por dos aberturas:

Fig. 474. — Esquila (*P. squilla*)[2].

una sirve para la entrada del agua y está casi siempre situada entre la base de las patas y el borde del carapacho (fig. 470, *r*);

---

[1]. *a*, rostro; — *b*, carapacho; — *c*, base de las antenas; — *d*, base del abdomen; — *e*, base de las patas; — *f*, branquias; — *g*, línea de puntos que indica el borde inferior de la porción de carapacho que cubre las branquias y que se ha quitado en esta separación; — *h*, canal eferente de la respiración; — *i*, válvula; — *j*, extremidad del conducto eferente ó espirador.

[2] *y*, ojos; — *a*, antenas; — *p'*, patas del primer par; — p'', patas de los tres pares siguientes; — p''', patas torácicas de los tres últimos pares; — *pa*, falsas patas abdominales; — *b*, branquias; — *g*, nadadera caudal.

la otra, destinada á la salida de aquel líquido, se halla á los lados de la boca. En fin, la renovación del agua en la superficie de las branquias se determina por los movimientos de una gran válvula situada cerca de esta última abertura y formada por un apéndice laminoso de las maxilas del segundo par (fig. 166, *c*; fig. 473, *l*). En otros crustáceos, las esquilas, por ejemplo (figura 474), tienen las branquias forma de penachos, y, en lugar de estar encerradas en el tórax, flotan libremente al exterior insertadas en los miembros abdominales. En otros crustáceos aún, tales como los camarones de arroyos y las talitras, hacen las veces de branquias unas vesículas membranosas fijadas en la base de las patas, bajo el tórax. Para concluir, en los crustáceos isópodos, se efectúa la respiración por medio de falsas patas abdominales, que se vuelven foliáceas y membranosas.

§ 574. Existe un corto número de estos animales que no son acuáticos; pero es la excepción de lo que dejamos dicho relativamente á las diferencias de estructura del aparato respiratorio en los animales acuáticos y terrestres; pues, en vez de respirar por pulmones y tráqueas, lo hacen por branquias, como los primeros, solamente que estos órganos se hallan dispuestos de modo que se mantienen en un estado de humedad necesaria al ejercicio de sus funciones. Los gecarcinos, cangrejos terrestres (fig. 475) que se encuentran en diversas regiones del globo, pero que sobre todo abundan en las Antillas, presentan un ejemplo notable de esta anomalía. En lugar de vivir en el agua, como los crustáceos comunes, son terrestres, y, aunque se hallan provistos de branquias, algunos de ellos se asfixian prontamente por submersión. Su respiración es en efecto demasiado activa para que la pequeña cantidad de oxígeno disuelta en el agua pueda bastar á sus necesidades, mientras que en la atmósfera encuentran este gas en abundancia, y una disposición análoga á la que ya hemos encontrado en algunos peces (fig. 364) les permite permanecer fuera del agua sin que sus branquias se sequen hasta el punto de no poder desempeñar sus funciones: unas veces existe en el fondo de la cavidad respiratoria una especie de seno destinado á servir de depósito para el agua necesaria á la conservación de la hume-

Fig. 475. — Gecarcin, cangrejo terrestre.

dad en las branquias; otras veces se encuentra en la bóveda de dicha cavidad respiratoria una membrana esponjosa que parece que tiene la misma aplicación. La mayor parte de estos cangrejos terrestres viven de ordinario en los bosques húmedos y se

Fig. 476. — Langosta (*Palinuros f.*).

ocultan en agujeros que se labran en tierra; pero las localidades que prefieren varían según las especies: unas viven en terrenos bajos y pantanosos próximos al mar, otras permanecen en las colinas arboladas, lejos del litoral, abandonando estas últimas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

especies en ciertas épocas su habitual vivienda para meterse en el mar.

Las cochinillas de humedad (fig. 465) son también crustáceos terrestres cuya respiración aérea se efectúa por medio de láminas foliáceas situadas bajo el abdomen, y que, en otros animales organizados poco más ó menos de la misma manera, desempeñan las funciones de branquias.

§ 575. Los crustáceos son todos ovíparos, y los sexos se hallan casi siempre separados; pero los hay que son hermafroditas. La hembra se distingue generalmente del macho por la forma más ensanchada de su abdomen, y, después de poner sus huevos, los lleva durante cierto tiempo colgados debajo de esta parte del cuerpo ó hasta encerrados en una especie de bolsa formada por apéndices pertenecientes á las patas: algunas veces nacen los pequeñuelos en esta bolsa y permanecen en ella hasta pasar la primera muda. En la primera edad, experimentan ciertos crustáceos, metamorfosis muy notables; pero hay otros (verbigracia, los cangrejos *(Astacus)*, que no cambian notablemente al crecer, ó que adquieren solamente un par de patas adicionales, como se ve en las cochinillas de humedad. Las lerneas nos han presentado ya ejemplo de estas transformaciones (fig. 175), que son no menos curiosas de estudiar en la langosta.

Al nacer tienen estos animales el cuerpo aplastado como una hoja y transparente como el cristal; durante largo tiempo se ha creído que pertenecían á una división zoológica muy diferente de

Fig. 477 Phyllosoma.

aquella en que están incluídos los demás animales de su mismo orden: se les ha designado con el nombre de *phyllosomas* (figu-

ra 476). Pero en la actualidad se sabe, que al desarrollarse, esta suerte de larvas se convierten en las langostas comunes.

Las centollas pasan también por verdaderas metamorfosis. En la primera edad tienen una cola natatoria, como los camara-

Fig. 478. Zoæa.

rones, y su carapacho posee largas espinas: entonces se les llama *zoæa* (fig. 478). Pero, al crecer, no tardan en perder dichas partes y en tomar la forma que se ve en ellas en estado adulto.

§ 576. La clase de los Crustáceos, en la cual deben incluirse los Cirrópodos, que muchos zoólogos han unido sin razón á los Moluscos, se divide en cinco grupos principales, á saber:

Los Podophthalmarios, cuyos ojos se hallan sostenidos por pedúnculos movibles, que tienen la parte anterior del cuerpo cubierta por un carapacho, patas ambulantes, boca con maxilas dispuestas para la masticación, y los órganos de la respiración constituídos por branquias propiamente dichas.

Los Edriophthalmos, cuyos ojos no son pedunculados, de tórax descubierto, patas ambulantes, aparato bucal masticador y branquias reemplazadas por una porción de la serie de los miembros.

Los Branquiópodos, cuyos patas son completamente foliáceas, desempeñando á la vez las funciones de nadaderas y de branquias.

Los Entomostráceos, cuyas patas son natatorias, pero no branquiales, y que tienen la boca ordinariamente organizada para la succión.

En fin, los Xiphosuros, cuya boca no presenta apéndices que le pertenezcan propiamente, pero que se halla rodeada de patas que en su base desempeñan las funciones de maxilas.

§ 577. La división de los PODOPHTHALMARIOS comprende el mayor número de los crustáceos y se compone de todos los que tienen organización más complicada y más perfecta. Se subdivide en dos órdenes: *Decápodos* y *Stomápodos*.

§ 578. El orden de los DECÁPODOS comprende las centollas, los cangrejos y todos los demás crustáceos cuyas branquias son interiores y tienen cinco pares de patas. La cabeza y el tórax de estos animales están confundidos en una sola masa que cubre un gran carapacho (fig. 479): este caparazón dorsal se adelante más ó menos al frente, desciende por los lados hasta la base de las patas, y se extiende por detrás hasta el origen del abdomen (fig. 463, 476). De lo cual resulta que por encima no se puede distinguir en toda esta parte del cuerpo ninguna traza de división anular; pero por debajo, la mayor parte de los anillos, aunque soldados entre sí, se reconocen y dejan en los puntos de unión líneas de sutura más ó menos distintas. Los ojos se hallan siempre en la extremidad de un par de apéndices movibles que nacen del primer segmento de la cabeza; en ocasiones es grandísima la longitud de estos pedúnculos (fig. 469), y en general pueden replegarse en las cavidades que desempeñan las funciones de órbitas y que son formadas por el borde anterior del carapacho. Los órganos de la locomoción son igualmente muy desarrollados en dichos crustáceos: muchos corren con gran rapidez, y otros nadan con más velocidad aún. Sus patas, como ya hemos dicho, son cinco pares, que se hallan insertadas en los últimos cinco anillos del tórax; pero por lo general, sólo sirven para la locomoción los cuatro últimos pares, y las del primer par, terminadas en pinza más ó menos perfecta, se convierten en órganos de prehensión (fig. 479). En los decápodos mejor organizados para la natación (tales como los cangrejos de río y de mar, langostas y camerones), el cuerpo es largo y el abdomen termina en una ancha nadadera transversal (fig. 476); mientras que en los organizados para correr, los cangrejos de costa (figura 479) por ejemplo, el abdomen es muy corto, no tiene nadadera terminal y se encorva bajo el tórax.

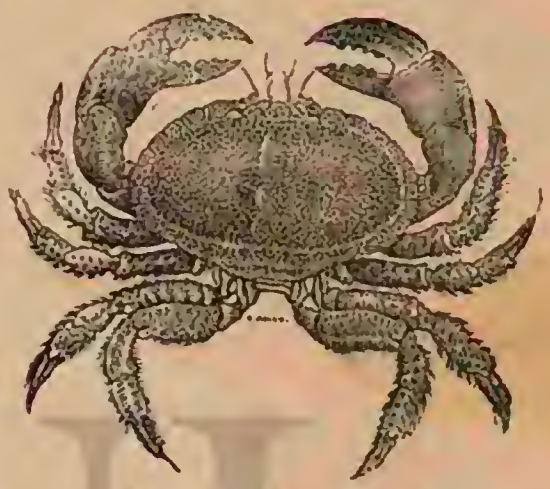


Fig. 479. — Cangrejo (*Cáncer-pagurus*).

§ 579. Los Stomápodos tienen igualmente los ojos en pedúnculos movibles, el tórax cubierto todo ó en parte de un carapacho, y patas cilíndricas; pero sus branquias no se hallan encerradas en las cavidades del tórax, y flotan por debajo del abdomen ó faltan completamente. La squilla (fig. 474), de la cual ya hemos hablado, pertenece á este orden.

§ 580. En la división de los Edrioptbalmos, se distingue la cabeza del tórax, y esta última parte del cuerpo se compone de una serie de siete anillos, con un par de patas cada uno. Como ya hemos dicho, jamás existe carapacho, los ojos no son pedunculados, no tienen branquias propiamente dichas, pero la respiración se ejerce por medio de diversos apéndices tomados del aparato locomotor. Inclúyense en este grupo:

1.° Los Amphipodos, que tienen el abdomen bien desarrollado, y llevan bajo el tórax una doble serie de vesículas respiratorias formadas por la rama interna de las patas. Los camarones de arroyo y las talitras (fig. 190) presentan estos caracteres.

2.° Los Læmodípodos, que se parecen á los precedentes por la disposición de los órganos de la respiración, pero que sólo tienen abdomen rudimentario.

3.° Los Isópodos, cuyo abdomen es, al contrario, bien desarrollado y tiene por debajo una serie de falsas patas branquiales. Los anilocras (fig. 480), spheromas y oniscos se incluyen en este orden.

Fig. 480. — Anilocra.

Fig. 481. — Limnadia[1].

§ 581. Los Branquiópodos, como ya hemos dicho, son pequeños crustáceos cuyas patas no pueden servir para la marcha, si-

[1] Se ha quitado una de las partes del carapacho.

no que parecen láminas foliáceas y constituyen al mismo tiempo órganos de natación y de respiración. Tales son las limnadias, de que ya hemos tratado (fig. 481), los apus, branchipus, daphnia, etc. Á este grupo parece que deben agregarse las *Trilobitas*, animales marinos que se han encontrado en estado fósil en los terrenos más antiguos del globo, pero de los cuales no existen ningunos en las mares actuales.

§ 582. Los Entomostráceos, están también organizados para la natación solamente, y en la primera edad poseen todos cierto número de patas rígidas y birrameadas; pero, en estado adulto, son en su mayor parte sedentarios, y entonces se deforma su cuerpo de modo que á menudo es muy raro. Por lo general tienen un solo ojo en medio de la frente, y su respiración parece que se efectúa por toda la superficie del cuerpo.

Fig. 482. — Cyclops.

§ 583. Unos, designados con el nombre de Copépodos, son muy ágiles y poseen grandes antenas y un aparato masticador: éstos son los cyclops (cicoples) ó monóculos (fig. 482).

§ 584. Otros viven parásitos en peces, crustáceos, etc., y tienen la boca prolongada en forma de trompa ó de pico y armada de apéndices estiliformes apropiados para atravesar los tegumentos de los animales cuyo jugo chupan. Subdivídeseles en Siphonóstomos y en Lérneas. Los primeros poseen siempre patas natatorias, y se fijan por medio de patas-maxilas de forma de ganchos; los segundos, al llegar al estado adulto, no presentan trazas de órganos locomotores y á menudo se les ha confundido con los gusanos intestinales (fig. 175).

§ 585. Débense igualmente incluir en la división de los Entomostráceos los Cirrópodos, que, á primera vista, parece que tienen más analogía con los moluscos que con los animales de esta clase, pero que en realidad no son sino crustáceos cuyo cuerpo se ha deformado al dejar la vida errante. En la primera edad, estos pequeños seres, que son todos marinos, nadan libremente, y se parecen muchísimo á ciertos entomostráceos comunes, tales como las larvas de ciclopes (fig. 178); pero poco después de fijarse para siempre en cualquier cuerpo submarino, cambian completamente de forma. Se adheren por el lomo, y su cuerpo, más ó menos piriforme y encorvado sobre sí mismo, se halla encerrado por completo ó en su mayor parte en una especie de concha compuesta de varias piezas (fig. 483). Carecen de

ojos, su boca se halla provista de mandíbulas y de maxilas, y se parece muchísimo á la de ciertos crustáceos; la faz abdomi-

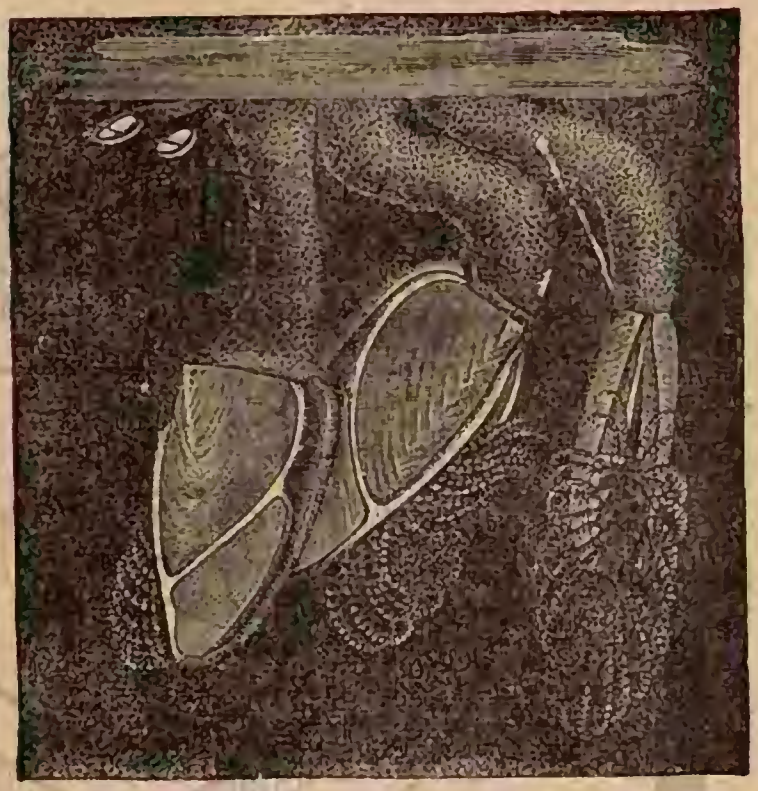


Fig. 483. — Perceves (*Lepas*), adheridos á un pedazo de madera que flota en el mar.

nal de su cuerpo está ocupada por dos líneas de lóbulos carnudos sosteniendo cada uno largos apéndices córneos provistos de pestañas y compuestos de numerosos artejos. Estas especie de brazos ó zarcillos, cuyo número es de doce pares, están encorvados sobre sí mismos, y el animal les hace salir y entrar constantemente por la abertura del estuche en que se halla encerrado. En la extremidad de esta serie de órganos se encuentra una especie de cola, que tiene la forma de un largo tentáculo carnudo, en la base de la cual está el ano. Su sistema nervioso se compone de una doble cadena de ganglios dispuestos exactamente como en los animales articulados. Tienen corazón situado en la parte dorsal del cuerpo, y respiran por branquias de forma variable.

Fig. 484.—Balánus.

Los cirrópodos se dividen en dos familias: *Lepas* y *Balanus*.

Las Lepas (fig. 483) están encerradas en una especie de manto comprimido, abierto por un lado y suspendido de un largo

pedúnculo carnudo que les sirve para adherirse á los cuerpos sumergidos: unas veces es este manto casi enteramente cartilaginoso, otras se halla cubierto por cinco láminas testáceas, de las cuales se parecen bastante á las de una almeja las dos principales. El lepas común vive en nuestros mares y se encuentra con frecuencia fijado en las rocas, en la quilla de los buques ó en pedazos de madera flotantes. El parecido grosero de su concha con un ave, que algunos han creído ver, ha dado motivo á la absurda fábula de que daba nacimiento á una especie de ánade, el *anas leucopsis*.

Los Balanus (fig. 484) abundan en nuestras rocas y se hallan contenidos por entero en una especie de concha ordinariamente cónica y muy corta, que se fija por la base, y que se compone de varias placas articuladas entre sí; la abertura de este tubo se halla ocupada por dos ó cuatro válvulas movibles, entre las cuales se encuentra una hendidura destinada á dar paso á los zarcillos.

§ 586. En conclusión, la división de los Xiphosuros no se compone sino de un solo género, el de las límulas (fig. 485), con las que algunos autores forman una clase distinta de la de los crustáceos. La estructura de estos animales es muy anormal. Su cuerpo se halla dividido en dos partes: en la primera, cubierta por un caparazón semicircular, están los ojos, las antenas y seis pares de patas que rodean la boca, y que sirven á la vez para la marcha y como órganos de masticación (fig. 164); en la segunda parte del cuerpo, cubierta por otro caparazón casi triangular, están por debajo cinco pares de patas natatorias, con la faz posterior provista de branquias, y termina en una larga cola estiliforme. Las límulas viven en el océano Indico y costas de América: conócense con el nombre vulgar de *cangrejos de las Molucas*. Tienen mucho parecido con los arácnidos, y su estructura interior presenta particularidades muy singulares; la mayor parte de su sistema nervioso se encuentra alojado en grandes troncos arteriales.

Fig. 485. — Limula

SEGUNDO SUB-TIPO

DE LOS ANIMALES ANILLADOS.

LOS GUSANOS.

§ 587. En estos animales, se vuelve cada vez menos marcada la división anular del cuerpo; no existen miembros articulados para la locomoción; el sistema nervioso es menos importante, y la organización general se simplifica cada vez más á medida que se desciende de los que se parecen más á los animales articulados propiamente dichos á los que se aproximan más á los zoófitos. Son por lo general notables por el largo considerable del cuerpo y forman, como ya hemos dicho, seis clases principales, á saber: *Anélidos*, *Rotatorios*, *Turbelarios*, *Helmintos*, ó *Gusanos intestinales*, *Trematoideos* y *Cestoideos*.

CLASE DE LOS ANÉLIDOS.

§ 588. La clase de los ANÉLIDOS se compone de gusanos que poseen sistema nervioso multiganglionar y aparato vascular para la circulación.

El cuerpo de los anélidos es siempre muy largo, blando y se halla dividido por repliegues circulares en numerosos anillos.

Fig. 486. — Nereida.

Unas veces tienen cabeza distinta; otras veces carecen de ella, y de ordinario se observa á los lados del cuerpo, una larga serie de manojillos de cerdas sostenidos por tubérculos carnudos y que

hacen de patas (fig. 486). Á menudo existen dos de dichos órganos uno por encima del otro de cada lado de los diversos anillos del cuerpo; otras veces se hallan unidos estos dos tubérculos sedíferos, y casi siempre existe en la base de cada uno un largo apéndice blando y cilíndrico llamado zarcillo (*c*, fig. 487); algunas veces se halla indicado solamente el sitio de las patas por algunas pestañas tiesas, y otras no existe en todo el cuerpo ninguna traza de miembros. Dichas cerdas sirven á los anélidos para arrastrarse y también de armas para su defensa; pues, en general, son muy aceradas y organizadas de modo que se implantan fuertemente en los cuerpos blandos que atacan. En los anélidos que carecen de cerdas, como las sanguijuelas (fig. 192), existen en las extremidades del cuerpo ventosas que son á la vez instrumentos de locomoción.

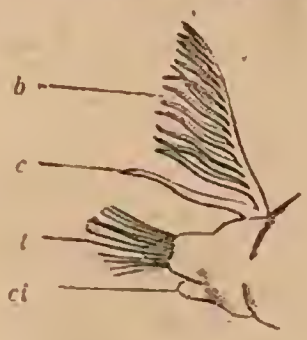


Fig. 487[1].

§ 589. El sistema nervioso de estos animales es poco desarrollado y consiste en una cadena simple ó doble de pequeñísimos ganglios extendida de un extremo al otro del cuerpo. La mayor parte tienen cierto número de manchitas que parecen ojos, y de ordinario se les ve en la cabeza muchos filamentos análogos á los zarcillos de las patas, llamados antenas y zarcillos tentaculares (fig. 489), que parece que son órganos del tacto. La boca ocupa la faz inferior de la cabeza, ó la extremidad anterior del cuerpo,

Fig. 488.—Cabeza y trompa de una Glycera[2].


Fig. 489.—Cabeza, etc., de una nereida.

cuando no tiene cabeza distinta; algunas veces se halla armada de una trompa protráctil (fig. 488) y de maxilas que tienen forma

[1] Patas de un anélido del género Eunice: — *t*, tubérculo sedífero; — *c* zarcillo dorsal; — *ci*, zarcillo inferior ó ventral; — *b*, branquia.

[2] *c*, porción anterior del cuerpo; — *t*, cabeza; — *tr*, trompa — *b*, abertura bucal.

de ganchos córneos. El intestino es derecho, tan luego simple como con un número más ó menos considerable de intestinos ciegos situados á los lados. En fin, el ano ocupa la extremidad posterior del cuerpo.

La sangre es casi siempre roja; algunas veces, sin embargo, es verde, y otras aún apenas teñida. Este líquido circula en un sistema muy complicado de vasos, de los cuales son unos contráctiles y hacen de corazón, y otros desempeñan las funciones de arterias y de venas. Por lo demás, la disposición de este aparato circulatorio varía de un anélido á otro.

Fig. 490.—Grupo de sérpulas.

La respiración de dichos animales es aérea algunas veces, pero por lo general es acuática, operándose ordinariamente en este último caso por medio de branquias exteriores de forma muy variable: tan luego se asemejan estos órganos á hojas ó arbúsculos, y están fijados en las patas de cada lado del dorso (en la arenicola), como tienen el aspecto de penachos, y están reunidos circularmente al rededor de la extremidad anterior del cuerpo, disposición que presentan en las sérpulas (fig. 490), por ejemplo.

§ 590. La mayor parte de los anélidos viven en el mar, y muchos de ellos se labran para permanecer en él un largo tubo, formado unas veces de materias calcáreas secretadas por la piel del animal (fig. 490), otras de arena ó de fragmentos de concha aglutinadas con una sustancia gelatinosa; muchos se introducen profundamente en la arena, la arenicola, verbigracia; otros se esconden debajo de las piedras. Hay también anélidos de agua dulce: las sanguijuelas (fig. 192), caracterizadas por las ventosas que tienen en ambas extremidades del cuerpo, viven en los arroyos; lo mismo sucede con los nais, que se parecen más ó los gusanos terrestres. En fin, estos últimos, que los zoólogos designan con el nombre de *lombrices*, son animales terrestres

CLASE DE LOS ROTATORIOS.

§ 591. Estos seres, que por error se incluyen á menudo entre los animálculos infusorios propiamente dichos, son tan pequeños,

que antes del descubrimiento del microscopio ni siquiera se suponía que existieran; y sin embargo su estructura parece casi tan complicada como la de los anélidos. Mientras que los instrumentos con que se observaban no les hacían parecer sino cien veces mayores de lo que realmente son, no se pudo percibir en su interior ningún órgano distinto, creyéndose por largo tiempo que solamente se componían de una suerte de gelatina animada y que se nutrían por imbibición. Pero los trabajos de algunos naturalistas modernos, y sobre todo los del sabio profesor Mr. Ehrenberg, han hecho ver cuánto se desconocían estos animálculos, y hoy en día lo que nos admira no es la sencillez de su estructura, sino la complicación de su organización microscópica.

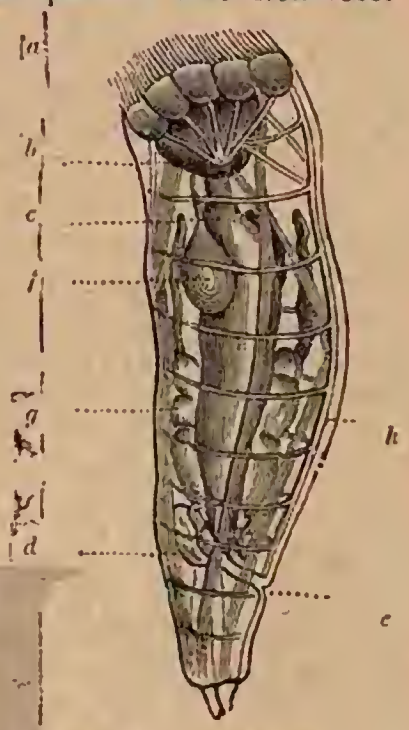


Fig. 491. — Hidatina[1].

Estos animálculos se encuentran en las aguas estancadas. Su cuerpo es semi-transparente y presenta trazas bastante visibles de divisiones anulares. La boca ocupa la extremidad anterior, y, de cada lado, ó aun al rededor de dicha abertura, se ven por lo general pestañas vibrátiles cuyos movimientos rotatorios son muy notables. Casi siempre tienen en la faringe músculos poderosos y maxilas laterales. El conducto digestivo es derecho; extiéndese de un extremo del cuerpo al otro, presentando de ordinario una dilatación hacia su mitad, que constituye el estómago de estos pequeñísimos seres; á menudo se observa á cada lado del conducto referido cuerpos de apariencia glandular, y en su extremidad posterior una suerte de cloaca en la cual desembocan los oviductos. Hase descubierto también en estos animálculos cierto número de músculos y hasta un sistema nervioso ganglionar.

§ 592. Los Rotíferos (fig. 197), una especie de los cuales es muy conocida por los experimentos de Spallanzani sobre la suspensión de la vida que produce el desecamiento, pueden tomarse como tipo de esta clase. Su cuerpo es largo, terminándose ante-

[1] Anatomía de la hidatina, animálculo microscópico afín del rotífer: — *a*, pestañas vibrátiles; — *b*, masa carnuda que rodea la boca y pone en movimiento las maxilas; — *c*, estómago; — *d*, cloaca; — *e*, ano; — *f*, glándulas salivares — *g*, ovarios: — *h*, músculos.

riormente por dos coronillas de pestañas que, á voluntad del animal, entran en el interior ó salen fuera y que, por sus ondulaciones, parecen dos ruedecitas girando con rapidez sobre su eje. Una cola bifurcada y articulada los termina por detrás, sirviéndoles para fijarse en los cuerpos sobre que quieren descansar; en conclusión, nótanse en ellos dos puntitos rojos que parece que son los ojos. Estos animálculos nadan con muchísima rapidez, y ponen huevos ovales.

§ 593. Otros animálculos, á los cuales se ha dado el nombre de BRAQUIONES, se parecen á los rotíferos en el modo general de su organización, pero merecen que se les distinga á causa de la especie de carapacho que les cubre el cuerpo. En muchos de estos microscópicos seres, la concha es bivalva y se parece completamente á la de ciertos crustáceos, tales como los cypris y las dafnias.

CLASE DE LOS TURBELARIOS.

§ 594. Esta clase comprende cierto número de gusanos cuyo cuerpo, más ó menos deprimido, presenta apenas algunas trazas de anulación y cuya piel está cubierta de delgadísimas pestañas vibrátiles. En general no tienen ano, y su aparato digestivo es ramificado y termina sin salida; su sistema nervioso se compone de dos cordones laterales terminados anteriormente en un par de ganglios cerebroides, y poseen vasos sanguíneos bien constituídos. Como ejemplo de estos animales, citaremos los *Nemertes* y *Planarios*.

CLASE DE LOS HELMINTOS Ó NEMATOÍDEOS.

§ 595. Esta división se compone de una parte de los animales que algunas veces se designan con el nombre común de *gusanos intestinales*, porque ordinariamente viven parásitos en el conducto intestinal de hombre y de varios otros vertebrados. Los NEMATOÍDEOS tienen el cuerpo cilíndrico y afilado en los dos extremos; exteriormente se parecen mucho á las lombrices ó gusanos terrestres, y, lo mismo que en los anélidos, su canal intestinal es simple y se extiende de una extremidad del cuerpo á la otra; pero su sistema nervioso es rudimentario, y no tienen sangre coloreada.

Los principales géneros de esta clase son Ascárides (fig. 492), Strongles y Filarias. Inclúyense también en ella las *Triquinas*,

Fig. 492. — Ascáride.

que viven en la carne de diversos animales, del cerdo, por ejemplo, y que á veces infestan el cuerpo humano. Introducidas éstas en el estómago con los alimentos de mala calidad, taladran los tejidos, y se alojan en el interior de los músculos, donde cada una de ellas se rodea de una suerte de bolsa membranosa llamada *kiste*. Su presencia en el organismo puede determinar la muerte. No pueden tolerar, sin perecer inmediatamente, una temperatura próxima á la del agua hirviendo; por consiguiente pueden comerse sin riesgo los alimentos bien cocidos, aunque se hallen infestados de triquina, pero la carne cruda puede trasmitirla de un animal al hombre.

CLASE DE LOS TREMATOÍDEOS.

§ 596. Los TREMATOÍDEOS son gusanos intestinales de cuerpo plano y sin divisiones transversales distintas, que, por su forma general, se parecen mucho á ciertos turbelarios (tales como los planarios), pero que tienen, para fijarse, una ó varias ventosas parecidas á las de las sanguijuelas, y que se caracterizan por diversas particularidades de estructura interior, lo mismo que por su sistema de vida. Su aparato digestivo es muy incompleto; comunica con el exterior por un solo orificio (la boca) situado en la extremidad anterior del cuerpo, y consiste principalmente en un par de largos tubos, cerrados en su extremo y de ordinario simples, pero á veces ramosos.

Estos animales están igualmente provistos de un sistema vascular muy complexo, considerado por algunos anatómicos como aparato circulatorio, pero que comunica con una bolsa contráctil situada en la parte trasera del cuerpo en comunicación con el exterior por un poro medio, y que en realidad parece que es un aparato urinario. El sistema nervioso de los trematoídeos es rudimentario.

Finalmente, unos se fijan por medio de una ventosa situada hacia la mitad de la faz inferior de su cuerpo y son hermafroditas; los otros son monoicos y tienen en la extremidad posterior del cuerpo una ó más ventosas. Estos últimos constituyen la familia de los *Polycolylarios*. Los primeros forman la familia de los *Distomarios*. La distoma (fig. 493), que vive parásita en el hígado del carnero, pertenece á este grupo. Los polycolylarios tienen al nacer la forma que conservan, pero los distomarios pasan por metamorfosis y presentan en su modo de multiplicación singularidades muy notables. Los pequeñuelos en nada se parecen á la madre, y la forma típica de la especie no se realiza sino á la segunda ó á la tercera generación, fenómeno que los naturalistas designan con el nombre de *generación alternante*.

Fig. 493. — Distoma.

Como ejemplos de estas especies poliformes, citaremos la *Distoma militar* y la *Monostoma* que viven en el hígado del pato y de otras aves acuáticas. Estos trematoideos (fig. 494, *a*) ponen muchos huevos, y de cada uno de estos cuerpos nace en seguida un animalito nadador que se parece mucho á un infusorio, con el cuerpo cubierto de pestañas vibrátiles y que se designa con el nombre de *proscólex* (fig. 494, *b*). En el interior del cuerpo de este proscólex, se ve formarse luego un *scólex*, animal de forma muy varia que se parece á un saco (fig. 494, *e* y *f*), y que se queda en libertad á la muerte del individuo de que procede, yendo á alojarse en la cavidad respiratoria de una limnea, de un planorbis ó de cualquiera otro molusco de agua dulce. En éste pasa el scólex el invierno llenándose su cuerpo de un número más ó menos grande de pequeñuelos que no se le parecen, como tampoco al proscólex de que descienden (*g*). Estos animalillos tienen el cuerpo oval y larga cola natatoria. Llámaseles *cercarias* (figura 494, *h*), y cuando salen del saco donde nacen, se echan á nadar; luego atacan los tegumentos del molusco donde se encuentran, lo perforan y van á alojarse en la sustancia de su cuerpo en el que no tardan en enquistarse, esto es, en rodearse de una bolsa

membranosa. En ella permanecen las cercarias inmóviles durante algún tiempo y experimentan notables metamorfosis; pierden la cola y se hacen parecidas al trematoideo de que descienden; pero allí no pueden concluir su desarrollo y volverse aptas para producir huevos; para que lleguen al estado perfecto, es necesario que el molusco donde viven parásitos sea comido por un pato, becasina ó cualquiera otra ave análoga, quedando en libertad en

Fig. 491[1].

el intestino de ese nuevo huésped á causa de la digestión del animal que las contenia. Puesto en libertad por la disolución del kiste que la encerraba cuando se hallaba en estado de cercaria, el pequeño trematoideo penetra en el hígado del ave, y allí se

[1] Generaciones alternantes de los distomarios, vistas al microscopio: — *a*, monostoma en estado perfecto; — *b*, un huevo de la misma; — *c*, proscólex salido del huevo; — *d*, el mismo conteniendo un scólex (*e*) en vía de desarrollo; — *e'*, scólex libre; — *f*, scólex de distoma conteniendo cercarios (*g*) en vía de desarrollo; — *h*, uno de los cercarios libre; — *i*, el mismo, ya transformado en distoma perfecto.

desarrollan huevos en su interior que luego son evacuados al exterior para dar nacimiento á una nueva generación de proscólex. Así el proscólex ó gusano pestañoso da nacimiento á un scólex ó saco cercarígero que también se llama una nodriza; el scólex produce á su vez una multitud de cercarias, y cada cercaria después de cambiar de habitación y pasar por metamorfosis considerables se convierte en un pequeño trematoideo cuyo desarrollo no concluye sino después de un segundo cambio de domicilio y cuyos productos se hallan destinados á volver á comenzar la serie de generaciones desemejantes que acabamos de describir.

Fig. 495.— Tenia.

CLASE DE LOS CESTOÍDEOS Ó ACINTADOS.

§ 597. Los Cestoídeos son igualmente gusanos intestinales, pero difieren mucho de los helmintos por su forma, lo mismo que por su modo de organización, pareciéndose más á los turbelarios. Tienen el cuerpo aplanado, larguísimo y dividido en numerosos segmentos, lo que le da cierta semejanza á una larga cinta con pliegues transversales. Su sistema nervioso es rudimentario, y el conducto intestinal parece hallarse reemplazado por dos vasos longitudinales que ocupan los lados del cuerpo. Son hermafroditas y cada anillo de su cuerpo contiene un aparato reproductor completo. La *tenia* ó solitaria, pertenece á esta división (figura 495). Estos gusanos presentan en su desarrollo una particularidad muy notable. Pasan por metamorfosis, pero no pueden efectuarlas sino pasando al cuerpo de animales de especies diferentes. Así, los gusanos vesiculares que con mucha frecuencia se encuentran en el cuerpo de los conejos y que se conocen con el nombre de cisticercos (fig. 496), no pueden llegar al estado de animales perfectos y reproducirse en ellos; pero cuando la car-

ne del conejo que los contiene la come un perro, dichos cisticercos, en vez de ser digeridos con los alimentos á que están mezclados, continúan viviendo, y, encontrándose en las condiciones requeridas para concluir sus metamorfosis, se vuelven tenias, que producen huevos. Su cabeza, armada de una corona de ganchos, se extiende y fija en las paredes del tubo digestivo del animal en que han penetrado; la vesícula grande que termina posteriormen-

Fig. 496. — Cisticercos[1].

te el cuerpo desaparece, y se alargan poco á poco por el desarrollo de nuevos segmentos hacia la parte anterior de la especie de cuello anillado que primitivamente se encuentra interpuesto entre la cabeza y el vesículo citado. De esta suerte se convierten en gusanos acintados ó tenias, que producen en cada segmento del cuerpo un sinnúmero de huevos. Pero éstos no pueden desarrollarse en el interior del animal donde reside dicho parásito y deben ser echados fuera. Allí dan los huevos nacimiento á cisticercos, y éstos, cuando han sido depositados sobre la hierba que comen los conejos, se encuentran conducidos con los alimentos á los intestinos de los referidos mamíferos, donde prosperan. Emigraciones análogas se han comprobado también en otras muchas especies de gusanos intestinales.

---

[1] *e*, cisticerco cuya porción cefálica se halla contraída en el interior de la vesícula caudal; — *f*, uno de estos gusanos vesiculares cuya cabeza comienza á salir; — *g*, el mismo completamente desplegado; — *h*, extremidad cefálica del mismo, aumentada para mostrar los ganchos y ventosas que la rodean.

TIPO

DE LOS MOLUSCOS Ó MALACOZOOS.

§ 598. El tipo de os moluscos, se compone, como ya hemos dicho, de numerosos animales que carecen de sistema cerebro-espinal y de esqueleto interior, como los animales articulados, que tampoco tienen, como éstos, el cuerpo dividido en anillos, ni los ganglios reunidos en una larga cadena media en la faz central del cuerpo. Diferéncianse también de los zoófitos por la disposición de sus órganos de relación, y tienen en general la boca y el ano más ó menos aproximados. Por lo demás, difieren mucho entre sí y se dividen en dos series principales: *Moluscos propiamente dichos* y *Moluscoideos* ó *Tunicados*.

SUB-TIPO

DE LOS MOLUSCOS PROPIAMENTE DICHOS.

§ 599. En este grupo se compone el sistema nervioso de muchos ganglios reunidos con cordones medulares, formando casi

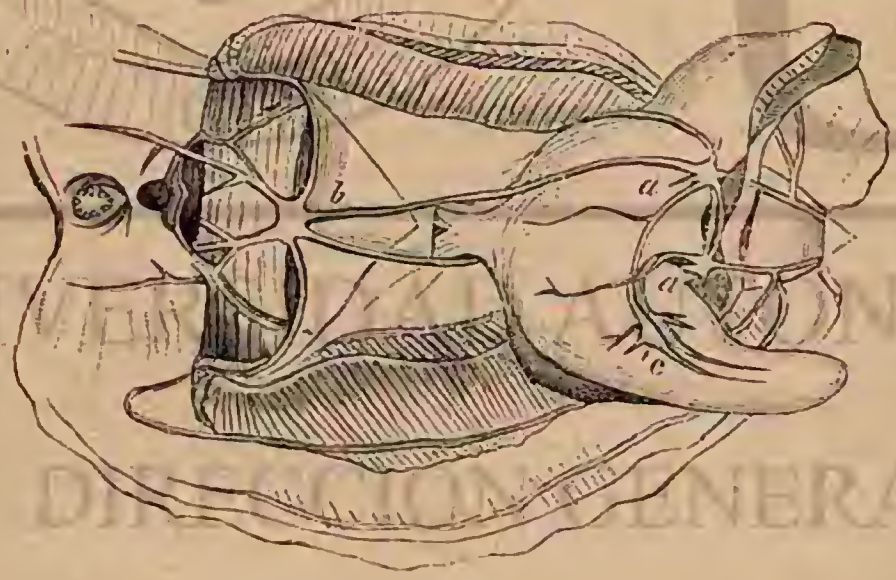


Fig. 497. — Sistema nervioso de un molusco acéfalo.

siempre una especie de doble collar más ó menos ajustado al rededor del esófago (fig. 497, *a*, *b*, y *a*, *c*), pero que no se pro-

longa posteriormente á modo de cadena sub-intestinal, como en los animales anillados.

La forma general de estos moluscos es muy varia. El cuerpo es siempre blando, y sólo en cortísimo número de ellos (la sepia, por ejemplo) existe en el interior algunas piezas sólidas no articuladas que sirven para proteger las vísceras más que para suministrar al aparato locomotor palancas y puntos de apoyo. Los músculos se fijan directamente en los tegumentos, y no obran sino sobre el punto mismo en que se insertan; por eso los movimientos son lentos y en general mal determinados. En un pequeño número de estos animales (los pulpos, etc.), existen apéndices flexibles y largos destinados á la locomoción (fig. 205); pero, en la mayoría de los casos, el animal no puede marchar sino por contracciones sucesivas de los diversos puntos de la superficie inferior del cuerpo; y, aun en el caso de que existan miembros, están estos órganos reunidos en un grupo en una sola de las extremidades del cuerpo, y nunca dispuestos en series sistemáticas, como en los animales vertebrados y articulados.

La piel de los moluscos, siempre blanda y viscosa, forma á menudo pliegues que envuelven más ó menos completamente el cuerpo, habiendo hecho dar tal disposición el nombre de *manto* á la parte de tegumento que de ordinario suministra dichos pliegues. Con frecuencia es este manto completamente libre, constituyendo dos grandes láminas que cubren casi por entero el resto del animal, ó bien estas dos láminas se reunen formando un tubo; pero otras veces no consiste sino en una especie de disco dorsal con solos los bordes libres ó rodeando más exactamente el cuerpo en forma de saco.

§ 600. En general, esta piel blanda está protegida por una especie de coraza pétrea llamada *concha*. Es un tejido que tiene alguna analogía con la epidermis que constituye aquella envoltura. Los folículos situados de ordinario en los bordes del manto depositan en su superficie una materia semicórnea mezclada á una proporción más ó menos grande de carbonato de cal, que se amolda á las partes subyacentes y se solidifica. La lámina formada de este modo aumenta de espesor y crece con el depósito sucesivo de nuevas materias. Su superficie no es pétrea, sino que se parece á una especie de epidermis, y se llama *paño marino*. Algunas veces conserva la concha consistencia ósea en todo su espesor; generalmente, sin embargo, la proporción de carbonato de cal que contiene aumenta con rapidez dándole dureza pétrea. Á menudo su superficie interna es hasta más densa que el resto y presenta una estructura particular que la hace vidriosa ó tornasolada y nacarada. En ocasiones permanece siempre la concha

encerrada dentro de la piel de los moluscos; pero, de ordinario, es exterior, y hasta pasa los bordes del manto, suministrando al animal un abrigo perfecto. Dase comunmente el nombre de *moluscos desnudos* á los que carecen de concha ó que sólo tienen una interior; y el nombre de *conchíferos*, á los que tienen concha exterior.

La manera cómo la concha crece es fácil de comprender. Si se examina, verbigracia, una concha de ostra, se ve que se compone de una multitud de láminas superpuestas, cuya separación hasta se puede determinar por medio del calor. Estas láminas han sido formadas sucesivamente por el manto del animal que ellas cubren, y, por consiguiente, la más exterior es la que más vieja debe ser; también es ella la más pequeña, y cada nueva lámina que viene á unirse es mayor que la de encima, de modo que la concha, á la vez que aumenta de espesor, crece rápidamente de tamaño. Por lo general, es menos marcada la distinción de las láminas que componen la concha, y á menudo los nuevos materiales se depositan en el borde de la concha sólo de modo que sus moléculas corresponden exactamente con las moléculas de la parte ya consolidada, lo que da al conjunto estructura fibrosa.

Los colores más variados y más agradablemente dispuestos hermosean las conchas, y varían según la edad. Casi siempre son por completo superficiales, y parece que dependen de una especie de tintura operada por la piel del animal, que se halla teñida de una manera correspondiente á la de su envoltura. La materia colorante parece que se deposita en la concha en el momento que se forma; por eso es tanto más vivo el color cuanto más nueva es esta última. Prodúcelo el borde del manto. Efectivamente, si la concha se rompe y el animal consigue reparar este accidente, la parte nuevamente formada es siempre blanca cuando no se ha puesto en contacto con el borde del manto; y si corresponde á dicho borde, se ve que toma el color que éste presente en el punto de contacto. Así, cuando el borde es manchado, resultan en el borde de la concha manchas correspondientes, y, á medida que ésta crece, las manchas se confunden con las precedentemente formadas, y producen líneas perpendiculares á las estrías de crecimiento, ó bien no se unen á aquéllas y quedan aisladas, según que el manto permanece inmóvil y conserva con el contorno de la concha los mismos puntos de contacto, ó bien que por los movimientos del animal cambie á menudo de posición. Algunas veces la secreción de la materia colorante varía también con la edad, y pueden asimismo modificarla circunstancias accidentales. La luz, por ejemplo, ejerce en este fenómeno influencia muy notable, y no solamente las conchas más expuestas á la acción de

este agente físico son de ordinario las de más vivos colores, sino que también cuando un molusco vive adherido á una roca ó en parte cubierto por una esponja á cualquiera otro cuerpo opaco, la parte de la concha colocada así en la oscuridad es siempre más pálida y más empañada que la que se halla en contacto con los rayos solares.

§ 601. El aparato digestivo de dichos animales es muy desarrollado. Existe siempre un hígado voluminoso, y á menudo se encuentra también glándulas salivares y órganos de masticación; pero nunca están los intestinos retenidos por un mesenterio. La sangre es incolora ó ligeramente azulada, y circula en un aparato complicadísimo, compuesto en parte de arterias y de venas, y en parte de cavidades solamente. Un corazón, formado de un ventrículo y de una ó dos aurículas, se encuentra en el trayecto de la sangre arterial, y envía este líquido á todas las partes del cuerpo, de donde vuelve al órgano de la respiración por conductos venosos más ó menos incompletos. En ocaciones se encuentra también, en la base de los vasos que penetran en este último aparato, depósitos venosos contráctiles llamados *corazones pulmonares*.

§ 602. Nada podemos decir tampoco de general sobre la estructura de los órganos de los sentidos, que, por lo demás, son siempre menos completos que en los animales vertebrados. Ciertos moluscos no parecen dotados sino del sentido del tacto y del sentido del gusto; mas en muchos de ellos se encuentran ojos, de estructura varia, y en otros hasta existe un aparato del oido; pero no se conocen que tengan órgano especial para el olfato.

Los moluscos nacen de huevos y no se multiplican jamás por botones, como sucede en la mayor parte de los moluscoídeos; pero tan luego estos huevos se rompen en el exterior, como en el interior del cuerpo de la madre, naciendo vivos los pequeñuelos en este último caso.

§ 603. El sub-tipo de los Moluscos propiamente dichos se compone, como ya hemos visto, de cuatro grupos principales ó clases, á las cuales se ha dado los nombres de *Cefalópodos*, *Gasterópodos*, *Pterópodos* y *Acéfalos*. Haremos conocer los caracteres más salientes de ellos.

CLASE DE LOS CEFALÓPODOS.

§ 604. Esta clase se compone de moluscos de forma rarísima; pues su cabeza se halla colocada entre el tronco y las patas ó

tentáculos que les sirven para la locomoción, y, cuando marchan, hácenlo arrastrándose por el suelo con la cabeza hacia abajo y el cuerpo hacia arriba (fig. 205). En efecto, en la cabeza, al rededor de la boca, se insertan sus patas y de esto toman el nombre de CEFALÓPODOS.

El tronco de estos animales se halla cubierto por el manto, que tiene la forma de un saco, unas veces casi esférico, otras más ó menos prolongado, que contiene todas las vísceras, y se halla abierto sólo por delante (fig. 499, *o*). La cabeza sale de esta abertura; es redonda y por lo general tiene dos ojos grandes (fig. 17) de estructura muy análoga á los ojos de los animales vertebrados. La boca ocupa el medio de ella y está armada de dos quijadas. En fin, al rededor de esta abertura se encuentra una corona de apéndices flexibles y carnudos (fig. 498), que se designan indeferentemente con los nombres de patas ó de brazos, y que bien

Fig. 498. — Calamar (*Loligo*).

Fig. 499. — Branquias del pulpo[1]

merecen por igual estas denominaciones, puesto que á la vez sirven al animal de órganos de prehensión y de locomoción.

[1] Cuerpo de un pulpo visto por su faz inferior (el manto se halla abier-

§ 605. Los cefalópodos son animales esencialmente acuáticos, y, por consiguiente, respiran por medio de branquias. Estos órganos se encuentran bajo del manto en una cavidad particular (fig. 499), cuyas paredes se dilatan y contraen alternativamente y que comunica con el exterior por dos aberturas: una (*o*), á

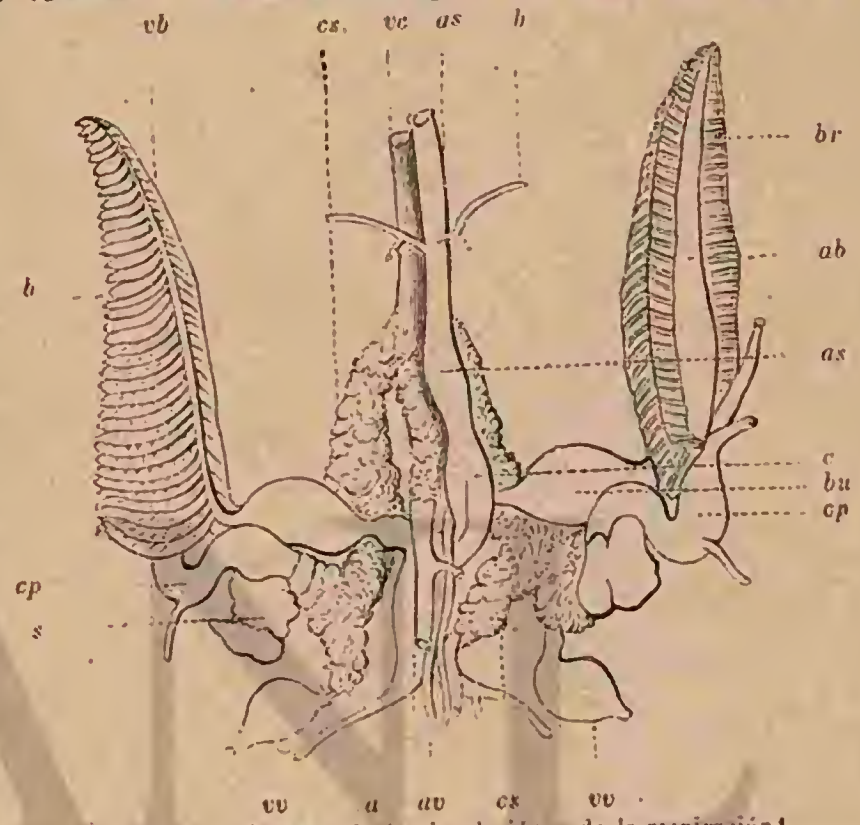


Fig. 500. — Organos de la circulación y de la respiración[1].

modo de hendidura, que sirve para la entrada del agua; y la otra, prolongada en forma de tubo ó embudo (*t*), destinada á la salida del agua y de los excrementos. Cada branquia (*b*) tiene la

---

to por la línea media y echado hacia fuera un lado para mostrar el interior de la cavidad respiratoria): — *a*, base de la cabeza; — *t*, conducto por donde sale el agua de la cavidad respiratoria; — *o*, una de las dos aberturas laterales por las cuales penetra el agua en esta cavidad; — *b*, una de las branquias.

[1] *c*, corazón aórtico, cuya extremidad superior se continúa con la aorta superior (*as*), que distribuye la sangre en la cabeza, etc.; — *b*, ramas de este vaso; — *a*, aorta inferior, que presenta un bulbo en su origen y en seguida se divide en dos ramas (*av*); — *vc*, vena cava, con las paredes cubiertas por cuerpos esponjosos (*cs*); — *vv*, venas de las vísceras que van á desembocar en los dos ramas de la vena cava; — *cp*, senos venosos ó corazones branquiales; — *s*, dilatación de la base de las arterias branquiales; — *br*, branquias; — *ab*, arteria branquial; — *vb*, vena branquial; — *bu*, bulbo de las venas branquiales, situado cerca de la terminación de estos vasos en el corazón, que constituye aurículas.

forma de una pirámide prolongada y se compone de numerosas laminillas membranosas dispuestas transversalmente y fijadas de los dos lados de un tallo medio. El número de las branquias varía, siendo esta diferencia característica de las dos grandes divisiones naturales de que se compone esta clase. En los pulpos, sepias y calamares existe un solo par; pero en los nautilos se encuentran dos pares.

§ 606. El corazón está situado entre las branquias en la línea media del cuerpo, y lo forma un solo ventrículo (fig. 500, *c*); la sangre pasa á él por venas branquiales (*vb*) cuyas aberturas están provistas de valvulas, y penetra en seguida en las arterias que nacen de este órgano y que se distribuyen en el cuerpo. Este líquido pasa en seguida á un sistema venoso compuesto en parte de vasos propiamente dichos, y en parte de cavidades sin paredes propias, abiertas entre los órganos: así el espacio comprendido al rededor de la porción anterior del aparato digestivo desempeña la función de un seno venoso, y los principales ganglios nerviosos, lo mismo que las diversas glándulas, son bañados por la sangre. En fin, el fluido nutricio que vuelve así de las diversas partes del cuerpo atravesando la cavidad visceral, ó pasando por las venas propiamente dichas, llega á un gran tronco medio cuyas ramas se dirigen á los órganos de la respiración, pero en general penetran primero en un depósito contráctil situado en la base de cada uno de dichos órganos. Estos depósitos lanzan la sangre por los vasos de las branquias, y por consiguiente existen en estos animales dos corazones pulmonares y un corazón arterial; pero esta disposición, que existe en todos los cefalópodos de dos branquias, falta en los cefalópodos tetrabranquiales.

§ 607. El aparato de la digestión es complicadísimo. La boca se halla rodeada de un labio circular y armada de dos mandíbulas verticales, que se parecen mucho al pico de una cotorra y que se ponen en movimiento por músculos poderosos. Existen glándulas salivares muy desarrolladas, varios estómagos y un hígado muy voluminoso. El intestino va á desembocar en la cavidad branquial, en la base del embudo por el cual sale el agua, y comunica con un órgano secretor muy singular que, en los cefalópodos de dos branquias, produce abundantemente un líquido negruzco, que se conoce con el nombre de *tinta*. El conducto excretorio de esta glándula se abre cerca del ano, y, cuando este animal se ve en peligro, lanza fuera por el embudo dicho líquido en cantidad bastante para oscurecer el agua que le rodea y ocultarse así á la vista de sus enemigos. La tinta de uno de estos cefalópodos, la *sepia* ó *jibia*, se usa en pintura con el mismo

nombre del animal; y muchos autores piensan que la tinta china es una sustancia análoga[1]. Los cefalópodos tetrabranquios nada presentan de semejante.

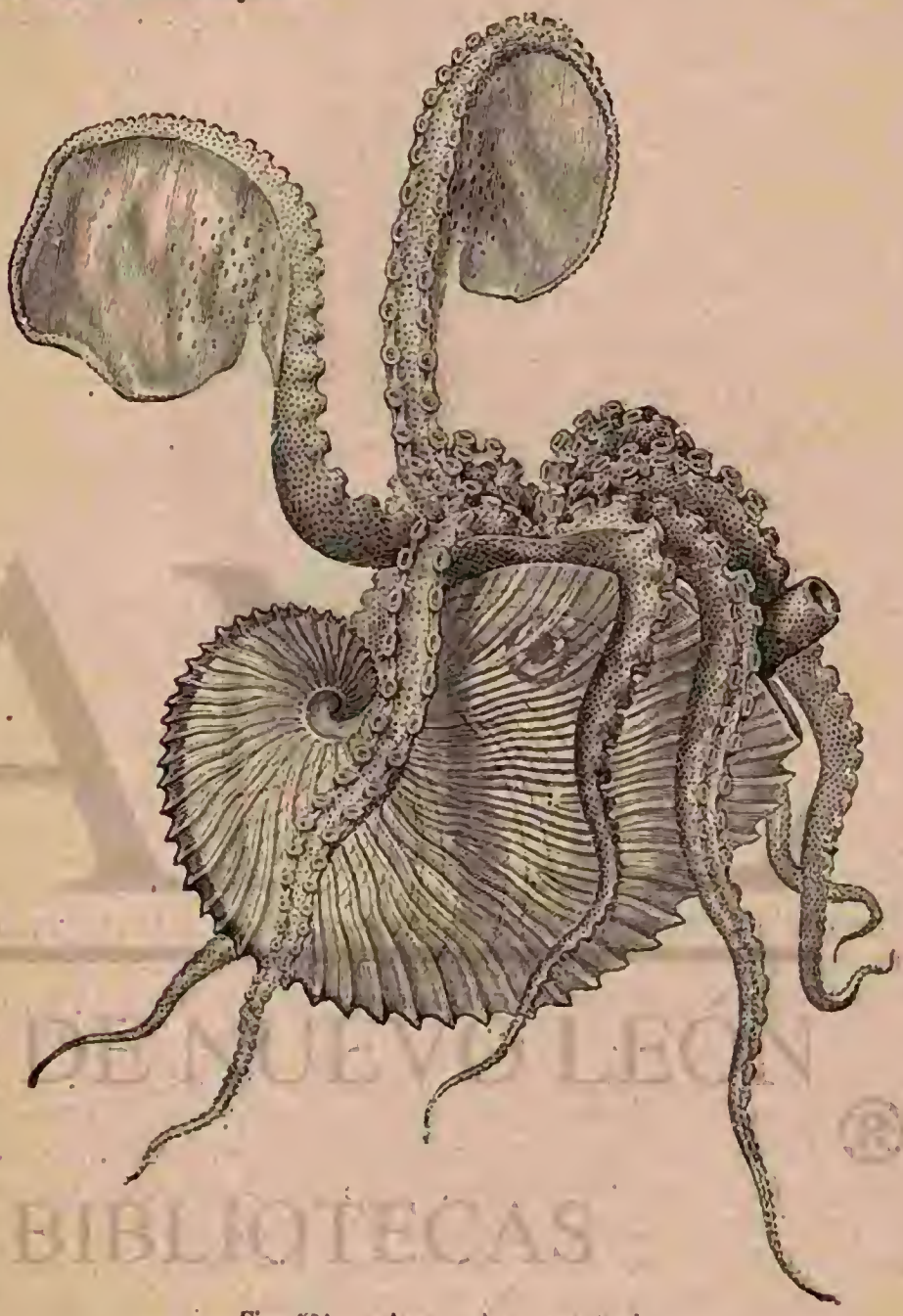


Fig. 501. — Argonauta en su concha.

§ 608. Hemos dicho ya que los moluscos no presentan en el interior de su cuerpo una armadura sólida comparable al esque-

[1] Parece, sin embargo, que la materia ordinariamente empleada para la fabricación de la tinta china no es otra cosa que un carbón especial muy molido.

leto de los animales vertebrados. En los cefalópodos, no obstante, aun se encuentran vestigios de algo análogo; pues tienen en la cabeza un cartílago, que no solamente resguarda el cerebro, sino que también se extiende en diversas direcciones, para dar puntos

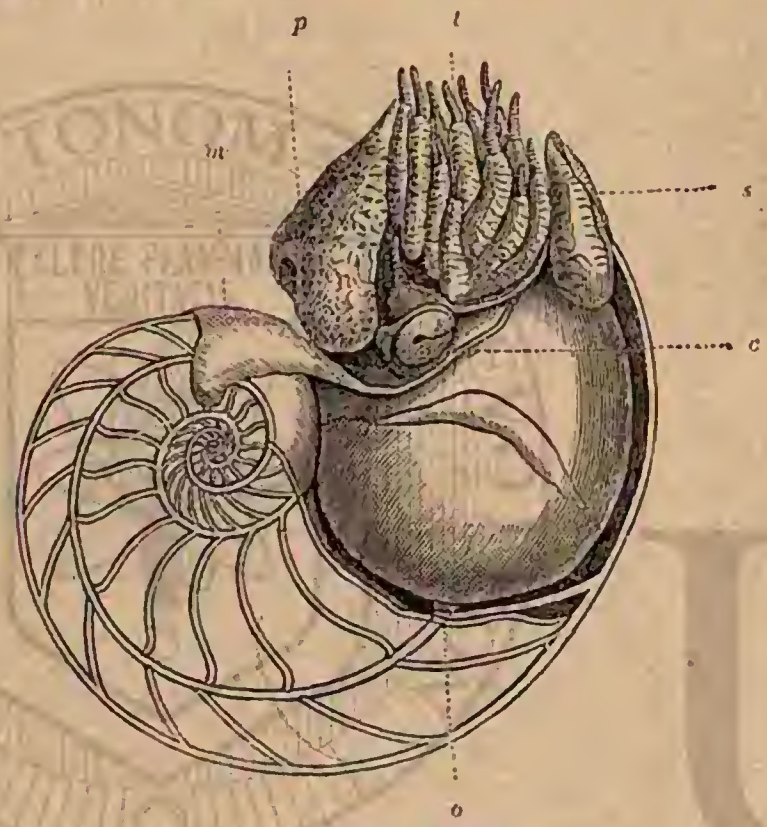


Fig. 502. — Nautilus.

de inserción á los principales músculos del animal. Debe también observarse que el abdomen de los cefalópodos se halla en general sostenido por una suerte de concha interna, que, en los calamares, es córnea, pero que en las sepias es de naturaleza calcárea y se llama vulgarmente *jibión* ó *hueso de jibia*.

§ 609. La disposición de los órganos de la locomoción y de la prehensión fijados al rededor de la boca varia en estos moluscos. En los cefalópodos dibranquios, existe una corona de gruesos tentáculos carnudos, con la superficie interna cubierta de chupadores ó ventosas por medio de los cuales se fijan con mucha fuerza en los cuerpos que abarcan (fig. 501). En los pulpos (figura 205), se cuentan ocho de estos apéndices, y en las sepias diez: algunas veces dos de los tentáculos se ensanchan en su extremi-

---

[1] En esta figura se ha representado la concha abierta: — *t*, tentáculos, — *c*, embudo; — *p*, pata; — *m*, porción del manto; — *o*, ojo; — *s*; sifón.

dad formando remos membranosos, como sucede en el argonauta (fig. 501), ó se prolongan haciéndose filiformes, como en los ca-

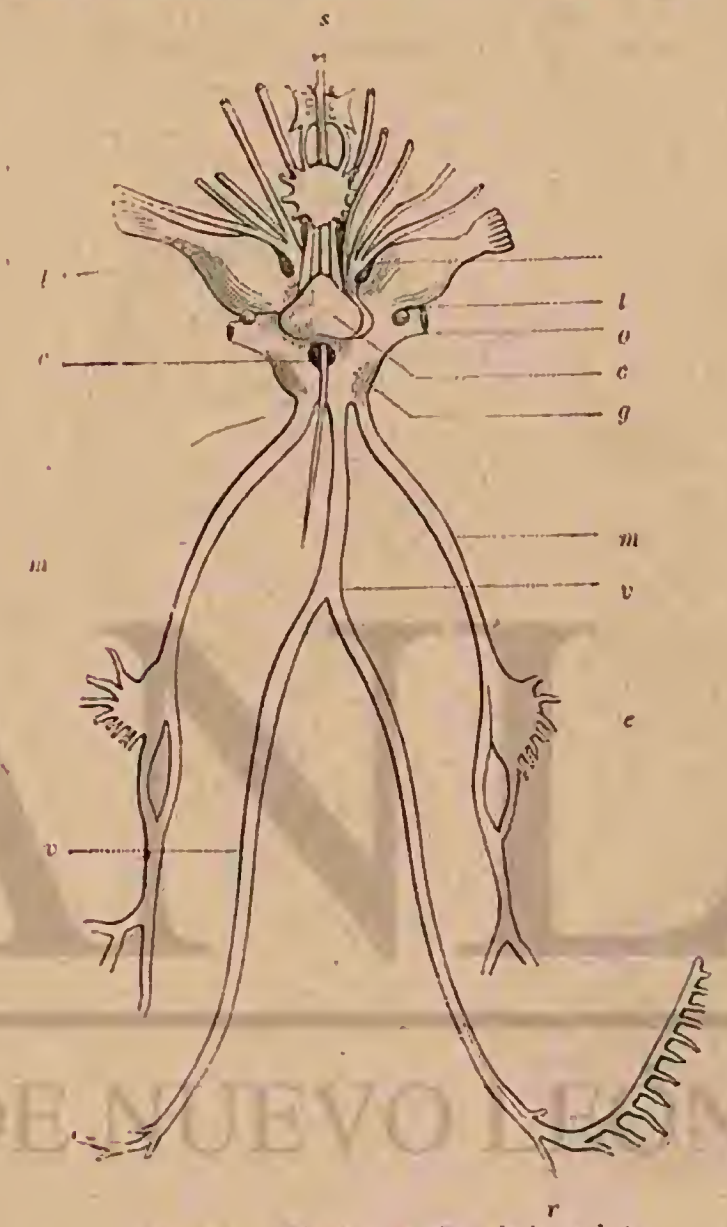


Fig. 503. — Sistema nervioso de la sepia[1].

lamares (*loligo*) (fig. 498), y sobre todo en los calamaretos (*loligopus*) (fig. 17). En los cefalópodos tetrabranquios, son todos

[1] *a*, collar nervioso que rodea al esófago, cuyo trayecto se indica con una cerda (*s*); — *c*, masa nerviosa situada por delante del esófago, llamada comunmente cerebro; de su superficie superior sale un tubérculo cordiforme gruesísimo, y de su parte anterior dos nervios que en seguida terminan en un ganglio circular que, á su vez, da nacimiento á otro par de nervios, los cuales descienden por debajo de la boca abrazando de nuevo el esófago, y en él forman un ganglioncito anterior de donde nacen los nervios labiales; —*b*, gan-

estos apéndices delgados y carecen de chupadores, pero es grandísimo el número de ellos Los nautilus pertenecen á este grupo (fig. 502).

§ 610. La mayor parte de los moluscos de esta clase son notables por el desarrollo y perfección de sus ojos, que se parecen extraordinariamente á los de los animales vertebrados. Muchos poseen también aparato auditivo, pero este órgano se encuentra reducido á un saquillo membranoso representando el vestíbulo y en el que se introduce un nervio. En fin, el sistema nervioso de dichos animales es más complicado que el de los demás moluscos, y los diversos ganglios agrupados al rededor del esófago tienden aún más á confundirse en una sola masa. El collar medular formado de este modo se compone de un par de ganglios cefálicos de donde nacen los nervios ópticos, etc.; de un par de ganglios situados más adelante, por debajo del esófago, que suministran los nervios de los tentáculos (fig. 503); en fin, de un par de ganglios torácicos de donde salen los nervios del manto y dos cordones que se dirigen hacia atrás, formando de cada lado del abdomen un ganglio de donde parten ramas destinadas al corazón, branquias, etc.

§ 611. Todos los cefalópodos son marinos. Son muy voraces y se alimentan principalmente de crustáceos y peces, de que se amparan por medio de sus miembros flexibles y vigorosos y cuya carne devoran fácilmente con sus aceradas mandíbulas. Algunos de estos animales viven en conchas en espiral: el argonauta y el nautilus, por ejemplo; algunos naturalistas han supuesto que el primero no forma él mismo su vivienda calcárea y que vive parásito en la concha de otro molusco.

Fig. 504. — Ammonites.

Esta clase comprende los pulpos (fig. 205), argonautas (fig. 501), sepias, calamares (fig. 498), calamaretos (fig. 17), nautilus (fig. 502), etc. Inclúyense también en ella los ammonites (fig. 504), con-

glios tentaculares, de donde nacen los nervios del brazo; — o, nervios ópticos que nacen de las partes laterales del cerebro, y en seguida se ensanchan formando un grueso ganglio; — *l*, tubercullilos membranosos situados en el origen de los nervios ópticos; — *g*, ganglio sub-esofágico ó ventral; — *v*, grandes nervios de las vísceras, presentando una de sus ramas un ganglio prolongado (*r*) que penetra en la branquia; — *m*, nervios que nacen igualmente de los ganglios posesofágicos y que presentan en su trayecto un grueso ganglio estrellado (*e*), cuyas ramas se distribuyen en el manto.

chas que tienen analogía con las de los nautilus y que sólo se encuentran actualmente en estado fósil.

CLASE DE LOS GASTERÓPODOS.

§ 612. Los GASTERÓPODOS son moluscos que tienen cabeza y que se mueven por medio de un disco carnudo ó pie colocado bajo el vientre (fig. 505), ó por medio de una nadadera formada por la misma parte del cuerpo (fig. 509). Esta clase que tiene por tipo el género Caracol (*Helix*), es en extremo numerosa, y se compone principalmente de animales que viven en concha de una sola pieza, por lo general cónica y arrollada en espiral; algunas especies, al contrario, carecen de ella absolutamente: verbigracia, las babosas ó limacos (*limax*). El cuerpo es largo, terminando por delante en una cabeza más ó menos desarrollada, en la que se halla la boca rodeada de tentáculos carnudos, cuyo número varía de dos á seis. El dorso está revestido de un manto que se prolonga más ó menos hacia atrás, formando un saco membranoso, y secreta la concha. En conclusión, el vientre se halla cubierto por debajo por la masa carnuda del pie. Las vísceras situadas sobre el dorso ocupan la parte superior de la lámina ó cono formado por la concha, y en ella permanecen siempre encerradas; pero la cabeza y pie salen al exterior cuando el animal se extiende para marchar, y se introducen en la última vuelta de espira cuando se contrae: así es que el tamaño de esta última parte de la concha y la forma de su abertura están en relación con la magnitud del pie. En la mayor parte de los moluscos gasterópodos acuáticos de concha espiral, existe un disco córneo ó calcáreo, llamado *opérculo* (fig. 506, *o*), que se halla fijado en la parte posterior del pie y que cierra la entrada de la concha cuando el animal se esconde en ella.

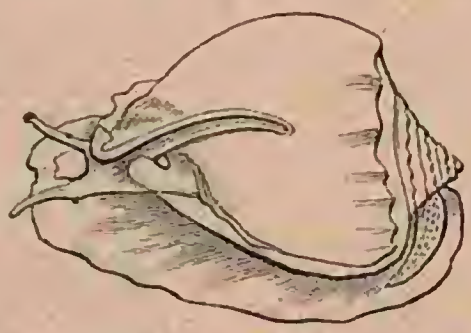


Fig. 505. — Cassis

§ 613. El corazón es siempre aórtico y por lo general se compone de un ventrículo y de una aurícula; encuéntrase cerca del dorso del animal, del lado opuesto al ocupado por los órganos reproductores. El sistema arterial se halla ordinariamente muy desarrollado (fig. 64); pero el sistema venoso es siempre más ó menos incompleto, y algunas veces falta en absoluto, de suerte que la sangre no vuelve de las diversas partes del cuerpo hacia

los órganos respiratorios sino atravesando lagunas ó espacios que existen entre los diversos órganos. Debe también notarse que la cavidad abdominal, en la cual están alojadas todas las vísceras, es de este modo atravesada siempre por la sangre venosa.

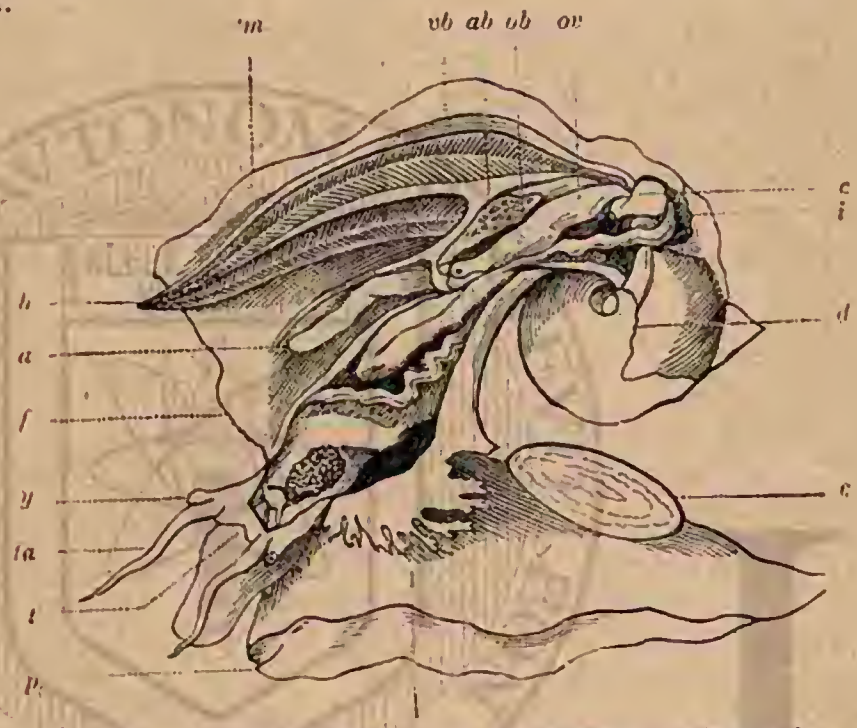


Fig. 506.— Anatomía del *turbo pica*, gasterópodo pectinibranquio[1].

Los órganos de la respiración están conformados tan pronto para la respiración aérea, como para la vida acuática. En el primer caso consisten en una cavidad en cuyas paredes forman los vasos sanguíneos una red complicada, penetrando en su interior el aire de fuera por un orificio practicado bajo el borde externo del manto. Esta especie de pulmón (fig. 186) está situado sobre el dorso del animal y se encuentra alojado en la última vuelta de espira de la concha, cuando el molusco está provisto de seme-

[1] Anatomía del *turbo pica*, para mostrar la disposición de la cavidad respiratoria: — *p*, pie del animal; — *o*, opérculo; — *t*, trompa; — *ta*, tentáculos; — *y*, ojos; — *m*, manto hendido longitudinalmente de modo que quede abierta la cavidad respiratoria; — *f*, borde anterior del manto que, en la posición natural, cubre el dorso del animal dejando una abertura ó gran hendidura por donde llega el agua á la branquia; — *b*, branquia; — *vb*, vena branquial que se dirige al corazon (*c*); — *ab*, arteria branquial; — *a*, ano; — *i*, intestino; — *e*, estómago é hígado; — *ov*, oviducto. Encima de la nuca se ve el ganglio nervioso cefálico y las glándulas salivares; — *d*, membrana que orilla por debajo el lado izquierdo de la abertura de la cavidad respiratoria.

jante envoltura. En los gasterópodos destinados á respirar en el agua varía la disposición de las branquias: á menudo se hallan estos órganos encerrados en una cavidad análoga á la que

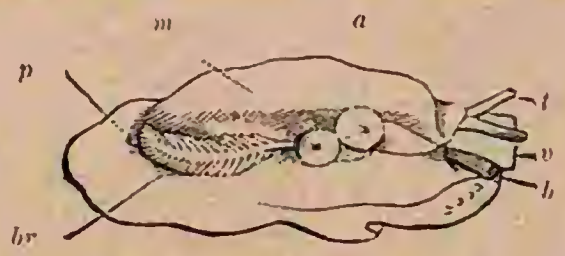


Fig. 507. — Pleurobranquio[1].

constituye el pulmón de los precedentes (fig. 506); pero otras veces están alojados entre el manto y el pie, y hasta sobre el dorso del animal flotando en libertad en el líquido que le rodea. Como ejemplo de los gasterópodos pulmonares, citaremos el caracol y la babosa, que viven en tierra; las limneas (fig. 185) planorbos y physas, que viven en las aguas estancadas y suben á la superficie del líquido á tomar el aire necesario á la respiración.

Entre los gasterópodos que tienen branquias encerradas en una cavidad dorsal se notan las volutas, bocinas, porcelanas (fig. 202), haliotis ú orejas de mar, etc. Las patellas y los pleurobranquios (fig. 507) tienen sus órganos en el surco que separa el pie del manto; y en los doris y los eolides (fig. 508), etc., consisten en penachos ó en unos filamentos como lanas fijados en la faz dorsal del cuerpo.

Fig. 508. — Eolide.

§ 614. La boca de los gasterópodos se halla rodeada de labios contráctiles y algunas veces armada de dientes córneos que ocupan el paladar. En muchos otros animales de esta clase, la parte anterior del esófago es muy carnuda y tiene la facultad de salir al exterior constituyendo una trompa. En ocasiones está también provisto el estómago de piezas cartilaginosas ú óseas propias para triturar los alimentos. El intestino da vueltas sobre sí mismo

[1] *m*, está levantado el manto para enseñar la branquia (*br*); — *a*, ano; — *b*, boca y trompa; — *v*, velo; — *t*, tentáculos; — *p*, pie.

y se halla situado entre los lóbulos del hígado y el ovario; en conclusión, el ano (*a*, fig. 506) está casi siempre situado al lado derecho del cuerpo y á menudo se encuentra á poca distancia de la cabeza.

§ 615. En esta clase, están los órganos de la sensibilidad menos desarrollados que en los cefalópodos; los tentáculos que la mayor parte de los gasterópodos tienen en la frente no sirven sino para el tacto y quizá para el olfato. Los órganos auditivos consisten sólo en un par de pequeñas vesículas membranosas, y sus ojos, que faltan algunas veces, son muy pequeños y de estructura sencillísima: tan pronto son adherentes á la cabeza, como á la base, lado ó punta de los tentáculos. En fin, el sistema nervioso está menos desarrollado que en la clase que precede, y se compone principalmente de un ganglio cefálico y de otro torácico reunidos en un collar al rededor del esófago. Entre estos animales, son unos terrestres, y viven otros en el agua dulce; pero la mayor parte viven en el mar. Por lo general están conformados para arrastrarse, como los caracoles, limneas (fig. 185), ci-

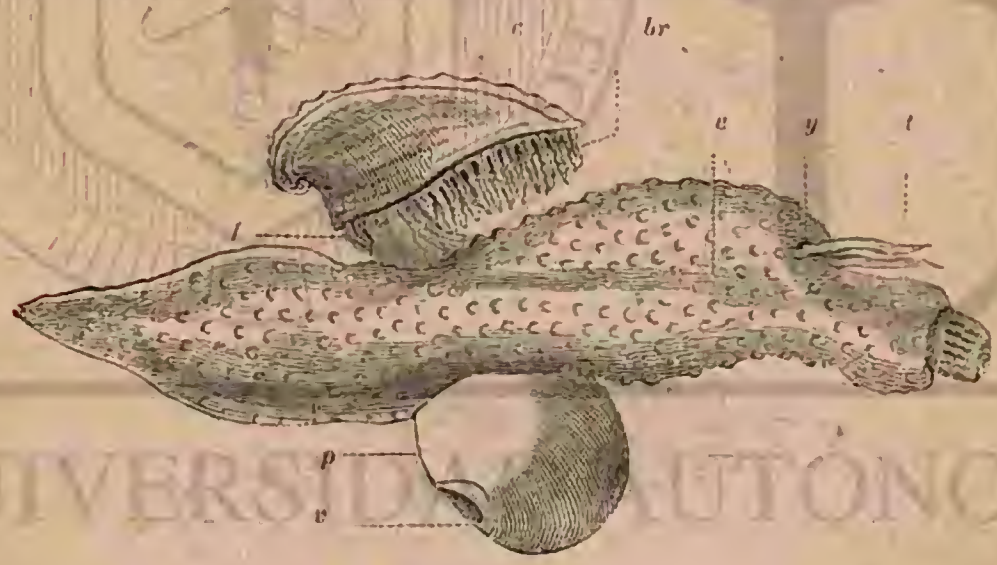


Fig. 509. — Carinaria[1].

preas ó porcelanas (fig. 202), etc.; pero algunas veces se hallan organizados sólo para nadar: verbigracia, las carinarias (fig. 509).

[1] *b*, boca; — *t*, tentáculos; — *y*, ojos; — *e*, estómago; — *f*, hígado; — *c*, concha; — *br*, branquia; — *p*, pie; — *v*, ventosilla situada en el borde del pie.

CLASE DE LOS PTERÓPODOS.

§ 616. Los PTERÓPODOS, como ya hemos dicho, son moluscos pequeños de cabeza distinta y organizados para flotar en el agua y nadar en ella con la ayuda de dos nadaderas dispuestas, como alas, de cada lado del cuello (fig. 204). Unos son desnudos y los otros tienen concha. Por lo demás, su historia no presenta bastante particularidades interesante para detenernos más en ella.

CLASE DE LOS ACÉFALOS.

§ 617. Los moluscos que hemos descrito hasta ahora tienen todos cabeza distinta; los que nos quedan que describir carecen

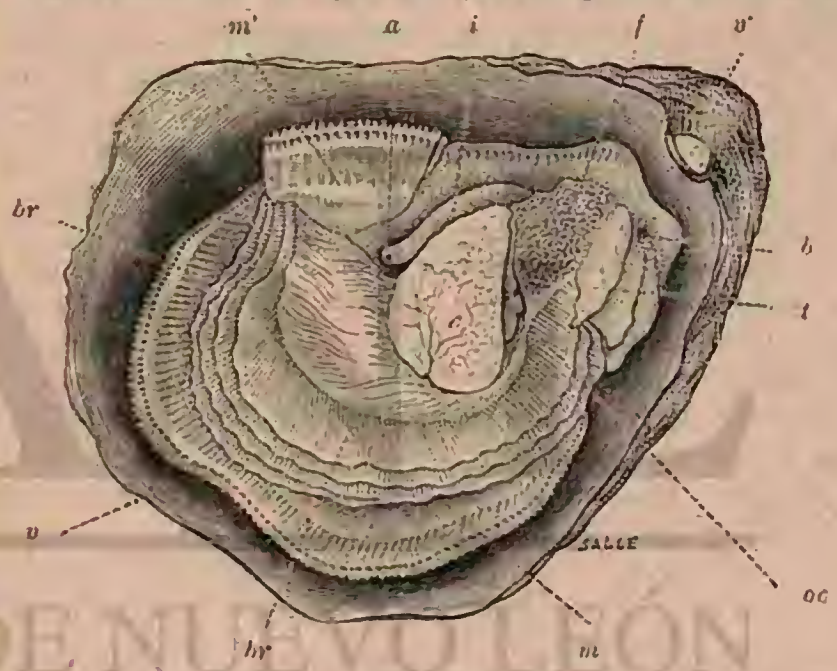


Fig. 510. — Anatomía de la ostra[1]

de ella y presentan en toda su organización la mayor sencillez. El cuerpo está envuelto por entero en el manto, como un libro en su cubierta. La piel del dorso, en efecto, no se adhiere sino hacia el medio, y forma de cada lado un gran repliegue ó velo que

[1] *v*, una de las valvas de la concha; — *v'*, charnela; — *m*, uno de los lóbulos del manto; — *m'*, porción del otro lóbulo replegado por encima; — *c*, músculos de la concha; — *br*, branquias; — *b*, boca; — *t*, tentáculos labiales; — *f*, higado; — *i*, intestinos; — *a*, ano; — *co*, corazón.

recubre todas las demás partes del animal (fig. 510); y en ocasiones hasta se une á su congénere de modo que no dejan abertura sino por delante y por detrás, constituyendo dos largos tubos para el paso del agua necesaria á la respiración (fig. 511). Una concha compuesta de dos hojas ó valvas cubre dicho manto por completo ó en parte, y presenta en la parte superior una charnela con un ligamento elástico, cuyo juego hace separar las valvas cada vez que los músculos, extendidos de una á otra, no se contraen para mantenerlas cerradas. Las vísceras están reunidas en una pequeña masa bajo la parte dorsal del manto, y la porción ventral del cuerpo se prolonga por lo general formando un pie carnudo que tiene cierta analogía con el de los gasterópodos, pero mucho peor conformado para la locomoción (figura 200). Algunas veces desempeña la faz interna del manto las funciones de órgano respiratorio, presentando para esto una red vascular desarrolladísima (en las terebrátulas, por ejemplo); pero en general existe un aparato branquial muy desarrollado y compuesto de dos pares de grandes láminas membranosas finamente estriadas, que flotan entre el pie y el manto (fig. 510). La boca se halla escondida del mismo modo entre pliegues del manto y se encuentra en una de las extremidades de la base del abdomen; jamás tiene dientes, pero se halla provista lateralmente de dos pares de prolongamientos labiales que constituyen tentáculos laminosos. El estómago es bastante desarrollado, y el intestino forma al rededor del hígado muchas circunvoluciones antes de llegar al borde posterior de la base del abdomen, donde está situado el ano. El corazón está en general situado por encima de la masa visceral así formada (fig. 200), y se compone de un ventrículo aórtico y de una ó dos aurículas destinadas á recibir la sangre que llega de las branquias. Ordinariamente es fusiforme este ventrículo, y presenta la notable particularidad de hallarse su cavidad atravesada por el intestino recto. En conclusión, el sistema nervioso consiste principalmente en dos pares de ganglillos unidos por cordones, pero muy distantes uno del otro y colocados, uno encima de la boca y el otro debajo del ano; en general tiene también un tercer par de ganglios situado en el pie y en relación con los ganglios sub-esofágicos por un collar esofágico accesorio [1]. Las funciones de relación son siempre extrema-

Fig. 511. — Tellina.

[1] Véase la figura. En la ostra no existen pies ni ganglios bien constituidos.

damente limitadas, y la mayor parte de dichos moluscos apenas pueden moverse empujándose con el pie ó cerrando bruscamente su concha para lanzar fuera el agua contenida en las valvas, lo que imprime á su cuerpo un choque de retroceso. En general viven casi inmóviles en el fondo del agua ó metidos en la arena, y en ocasiones hasta se fijan en las rocas por medio de un haz de filamentos córneos ó sedosos que nace del pie, y que se llama el *biso* (*byssus*) de estos animales.

§ 618. Esta clase se divide según que tenga ó no branquias laminosas, en dos órdenes: LAMELIBRANQUIOS, que comprenden

Fig. 512. — Madreperla (*Meleagrina*)

Fig. 513. — Bucarda (*Cardium*)

las ostras (*ostrea*), mejillones (*mytilus*), madreperlas, conchas de peregrino (*pecten*), mactras (fig. 200), bucardas (fig. 513), mangos de cuchillo (*solen*), tarazas (*teredo*), etc.

Fig. 514. — Concha de Terebrátula.

Fig. 515. — Animal de la Terebrátula

Los BRAQUIÓPODOS deben su nombre á dos prolongamientos carnudos á modo de brazos, que reemplazan el pie: las terebrátulas (fig. 515) se hallan organizadas de esta forma.

SUB-TIPO

DE LOS MOLUSCOÍDEOS Ó TUNICADOS

§ 619. Los animales que reunimos en este grupo, consideran la mayor parte de los zoólogos que deben incluirse, unos entre los moluscos propiamente dichos y los otros entre los zoófitos; pero esta opinión dependía de lo poco que se conocía la estructura de dichos seres, mas ahora que se han estudiado mejor se ve que son todos conformados bajo el mismo plan general, y que de

Fig. 516. — Plumatellas[1].

cierto modo establecen el paso entre los moluscos propiamente dichos y los zoófitos. Tienen todos conducto digestivo distinto arrollado y abierto por los dos extremos, y aparato branquial muy desarrollado (fig. 516). La mayor parte presentan aún vestigios de sistema nervioso, mas no tienen anillo ganglionar como los moluscos propiamente dichos; finalmente, casi todos se multiplican por gemmiparidad, lo mismo que por medio de huevos,

[1] *a*, grupos de plumatellas de tamaño natural; — *b*, otras aumentadas y vistas en diversas posiciones; — *c*, ano.

formando de este modo agregaciones de individuos más ó menos completamente confundidos entre sí.

Estos animales son acuáticos todos y están organizados según dos tipos principales; débese por consiguiente dividirlos en dos grupos ó clases, á saber: *Tunicados propiamente dichos* y *Briozoos ó Pólipos ciliados*.

§ 620. Los Tunicados propiamente dichos (fig. 517) tienen un manto muy grande en forma de saco, que constituye por delante del abdomen ó masa visceral una cavidad respiratoria que contiene branquias de disposición varia. Tienen corazón y vasos sanguíneos en los cuales circula el líquido nutricio de manera singularísima; la corriente cambia de dirección periódicamente, de modo que, en el espacio de algunos minutos, el mismo conducto desempeña, alternando, las funciones de arteria y de vena. Inclúyense en esta clase los bíforos (fig. 517), pirosomos y ascidias (fig. 201), que se separan en simples y en agregadas. Estos últimos tienen á menudo apariencia fitoide.

Fig. 517. — Bíforo[1].

La historia de los bíforos presenta una particularidad muy notable: las generaciones que se suceden no se parecen y se componen alternativamente de individuos agregados y de individuos solitarios; los primeros son hermafroditas y producen cada uno un pequeñuelo que vive aislado, pero que no posee órganos

[1] *b*, boca; — *a*, ano; — *m*, bandas musculares que rodean la gran cavidad faríngea ó respiratoria; — *br*, branquias; — *e*, masa visceral que contiene el estómago, hígado, etc.; — *c*, corazón; — *o*, ojo y ganglio nervioso.

sexuales, dando nacimiento por reproducción gemmípara á una suerte de cadena de individuos agregados. Estos raros animales son bastante comunes en el Mediterráneo.

§ 621. Los Briozoos, que, hasta hace pocos años, se les confundía con los pólipos más sencillos, tienen el manto menos desarrollado y las branquias descubiertas. Estos órganos consisten en una corona de tentáculos que rodean la boca y que están guarnecidos lateralmente de pestañas vibrátiles (fig. 516). El ano se halla á poca distancia de la boca, y el líquido nutricio llega entre las vísceras y el manto, lo mismo que al interior de los tentáculos, pero no lo pone en movimiento un corazón. En fin, la parte inferior del manto se endurece por lo general constituyendo una especie de tubo ó celdilla tan pronto córnea como calcárea, en la cual puede ocultarse por completo el animal. Ordinariamente estos seres casi microscópicos viven reunidos en masas más ó menos considerables. La mayor parte viven en el mar, pero también se les encuentra en las aguas dulces. De estos últimos, citaremos las alcionellas y plumatellas (fig. 516), bastante comunes en nuestros estanques; y de los primeros las flustras, retéporas y vesiculares.

TIPO

DE LOS ZOÓFITOS,

§ 622. En este cuarto y último tipo del reino animal, la organización es mucho menos completa que en la mayor parte de los demás animales, y las diversas partes de la economía, en vez de encontrarse dispuestas por pares á cada lado de un plano longitudinal, se agrupan al rededor de un eje ó de un punto central, dando al conjunto del cuerpo forma radiada ó esférica. El sistema nervioso es rudimentario ó nulo, y no existen órganos especiales de los sentidos, á menos que no se consideren como tales unas manchitas que algunas veces se observan en ellos y que parecen tener cierta analogía con los ojos de los moluscos.

Como ya hemos dicho, existen grandísimas variaciones en la estructura de estos animales, muchos de los cuales se parecen, por su aspecto exterior, más á plantas que á seres animados; á causa de estas diferencias se dividen los Zoófitos en cinco clases: *Equinodermos*, *Acalefos*, *Coralarios* ó *Pólipos*, *Infusorios* propiamente dichos y *Espongiarios*; las tres primeras

constituyen un sub-tipo especial, el de los *animales Radiarios;* las dos últimas se designan por algunos zoólogos con el nombre de *Amorfozoos*. En conclusión, debe también tenerse presente que los acalefos y los coralarios tienen entre sí mucha afinidad y pueden reunirse en un mismo grupo natural que los autores más modernos designan con el nombre de *Radiarios cœlentéreos*.

CLASE DE LOS EQUINODERMOS.

§ 623. Los EQUINODERMOS (fig. 518) son animales radiados de piel gruesa y á menudo sostenida por una suerte de esqueleto sólido (fig. 179), cuya estructura interior es complicadísima.

Fig. 518. — Erizo de mar (*Echinus*)[1].

Están organizados para arrastrarse por el fondo del mar, y para esto se hallan por lo general dotados de una multitud de tentaculillos retráctiles que pasan á través de los poros de sus tegumentos y obran por su extremidad á manera de ventosas. En la mayor parte de estos zoófitos (verbigracia, los holothúridos y erizos), la cavidad digestiva tiene forma de un tubo abierto por sus dos extremos; pero en otros (asterias), no consiste dicha cavidad sino en un saco cubierto al rededor de apéndices más ó

[1] Se han quitado las espinas del lado izquierdo para mostrar la piel endurecida.

menos ramosos, que comunica con el exterior por una sola abertura que desempeña la doble función de boca y ano.

Los equinodermos poseen aparato circulatorio bastante desarrollado, y de todos los zoólitos son éstos los que están dotados de organización más complicada y perfecta. Viven en el mar y experimentan en la primera edad metamorfosis muy notables.

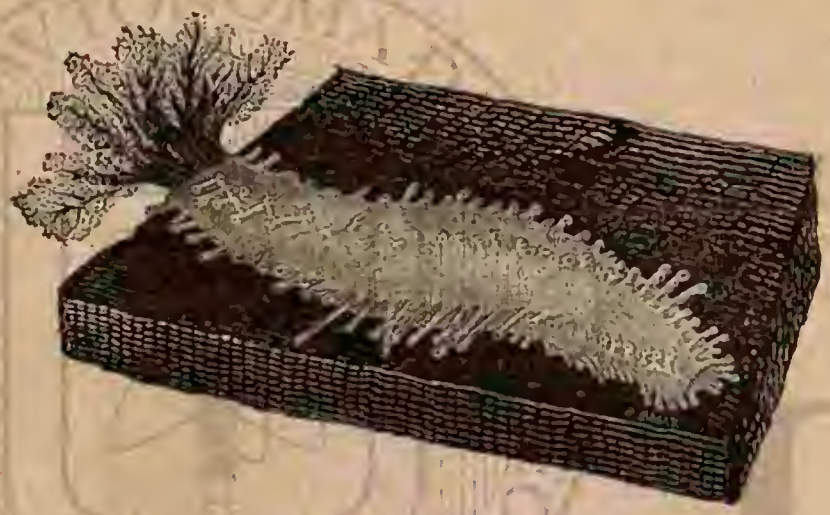


Fig. 519. — Holothuria.

Los equinodermos forman tres grupos principales: *Holothurias* (fig. 519), *Erizos* (fig. 518) y *Asterias ó Estrellas de mar* (fig. 179). Algunas especies de esta última familia se fijan por medio de una suerte de tallo: tales son los encrinus (figura 520), que, aunque son muy raros en la actualidad, se encuentran numerosas especies fósiles en los terrenos primarios y secundarios.

Las holothurias (fig. 519) son notables por la disposición de su aparato respiratorio, compuesto de tubos membranosos ramificados como un árbol, y reciben el agua en su interior por intermedio de una cloaca y del ano.

CLASE DE LOS ACALEFOS.

§ 624. Los Acalefos son animales blandos, de consistencia gelatinosa, que flotan siempre en el mar y se hallan esencialmente organizados para la natación. No tienen, como los equinodermos, una piel bien distinta de las partes subyacentes y una cavidad interior que contenga las vísceras; su organización es muy sencilla, y sus órganos interiores se reducen casi á un estó-

mago, que en general comunica con el exterior sólo por una boca, y del que salen conductos que se dirigen á las diversas partes del cuerpo ramificándose en él de manera á producir un sistema vascular.

Fig. 520. — Encrinus.

La familia mejor conocida de esta clase es la de las *Medusas* (fig. 521), entre las que se incluye los rhizostomos (fig. 208), que abundan en nuestras costas y que tan notables son por la disposición singular de su aparato digestivo. En efecto, el estómago no comunica con el exterior, como de ordinario, por una boca central situada entre la base de los tentáculos, sino por medio de numerosos conductillos terminados por poros en la extremidad libre de dichos apéndices. Inclúyense también en

esta clase los béroes, llamados vulgarmente *cohombros de mar*, los cestos, que tienen la forma de una larga cinta gelatinosa; y los physóforos, que presentan el aspecto de una guirnalda cargada de flores y frutas.

Estudiando la reproducción de estos animales, se ha descubierto últimamente un hecho fisiológico muy notable. Las medusas producen huevos como la mayor parte de los seres animados, pero los seres que salen de estos huevos en nada se parecen á su madre: son pequeños cuerpos ovales con la superficie cubierta de pestañas vibrátiles, que se fijan en seguida, y que, al desarrollarse, constituyen zoólitos ya conocidos de los naturalistas con el nombre de pólipos hidrarios (las sertularias, por ejemplo); éstos se multiplican por reproducción gemmípara, constituyendo colonias de animales agregados, y los diversos individuos de la nueva generación producida de este modo, al desarrollarse, quedan libres y se metamorfosean en medusas. Esta sucesión de individuos de dos especies que se suceden alternativamente, y no presentan la mismas formas sino en la segunda generación, se ha designado, como ya hemos visto, con el nombre de *metagenesis*, ó de generación alternante.

Fig. 521. — Medusa (*Pelagia*).

CLASE DE LOS CORALARIOS Ó PÓLIPOS PROPIAMENTE DICHOS.

§ 625. Á menudo se confunden con el nombre de pólipos, los briozoos, de los cuales hemos ya hablado al tratar de los moluscoídeos (§ 621), y los coralarios, ó pólipos propiamente dichos, que tienen estructura muy diferente y mucho menos completa. Estos son animales de cuerpo cilíndrico, blando y agujerado en una de sus extremidades por una boca central, rodeada de ten-

táculos más ó menos numerosos, y desprovistos de pestañas vibrátiles (fig. 207). Este orificio sirve igualmente de ano y conduce directamente, ó por intermedio de un tubo membranoso, á una gran cavidad que ocupa todo el cuerpo, que continúa superiormente en el interior de los tentáculos y que contiene los ovarios suspendidos de sus parades. La extremidad inferior del pólipo está dispuesta de manera que se adhiere á cuerpos extraños en los cuales se halla destinado el animal á vivir fijado; su piel se endurece ordinariamente en gran parte, constituyéndole una envoltura córnea ó calcárea análoga á las células de que ya hemos hablado al describir los briozoos. Los pólipos propiamente dichos se parecen también á los moluscoídeos en su modo de multiplicación; pues la mayor parte de ellos se reproducen no solamente por huevos, sino también por medio de botones que nacen en diversas partes de la superficie de su cuerpo y que jamás se separan de él; de suerte que las diversas generaciones

Fig. 522. Pólipo del género Astroide.

quedan de cierto modo ingertadas unas en otras, formando masas más ó menos considerables en las cuales todos los individuos de una misma raza disfrutan, hasta cierto punto, una vida común (fig. 209).

La porción como osificada de la túnica tegumentaria de estos pólipos, presenta formas variadas y constituye tan luego tubos como especie de celdillas. Por mucho tiempo se la ha considerado únicamente como vivienda de los pólipos que la forman y ella es lo que se designa con el nombre de *polipero* (fig. 210). Algunas veces posee cada pólipo un polipero distinto (fig. 523);

pero de ordinario lo que presenta los caracteres propios de estos cuerpos es la porción común de una masa de pólipos agregados, y también se forman políperos agregados (fig. 524) cuyo volumen puede llegar á tamaño muy grande, aunque cada una de sus partes constituyentes tenga pequeñísimas dimensiones.

§ 626. De este modo es como los pólipos, cuyo cuerpo no pasa de algunas pulgadas de largo, forman en los mares próximos á los trópicos arrecifes é islas. Cuando se hallan en circunstancias favorables á su desarrollo, pululan ciertos animales de esta clase hasta el punto de constituir cadenas de rocas ó inmensos bancos submarinos, y de formar, con las masas pétreas de sus políperos amontonados unos sobre los otros, depósitos cuya extensión crece sin cesar por el nacimiento de nuevos individuos encima de los que ya existen. El despojo sólido de cada colonia de pólipos queda intacto después que perecen estos débiles arquitectos, y sirve de

Fig. 523.
Madrépora simple.

Fig. 524.
Colonia de madréporas.

base para el desarrollo de otros políperos, hasta que tales arrecifes vivientes llegan á la superficie del agua; pues entonces dichos animales no pueden vivir en él y cesa de elevarse el suelo formado por sus restos. Pero en seguida la superficie de estos montones de políperos, expuesta á la acción de la atmósfera se convierte en asiento de una nueva serie de fenómenos: semillas traídas por el viento ó por las olas germinan en ella y la cubren de rica vegetación, hasta que al fin estos vastos osarios de zoóli-

tos casi microscópicos se hacen islas habitables, En el océano Pacífico, se encuentran numerosos arrecifes é islas que no tienen otro origen. Por lo general, parece que tienen por base algún cráter apagado, pues casi siempre tienen forma circular y presentan al centro una laguna que comunica con el exterior por un solo canal: conócense que tienen mas de seis leguas de diámetro.

§ 627. Casi todos los coralarios viven en el mar; encuéntranse, sin embargo, en las aguas dulces. Los que tienen el polípero simplemente carnudo ó córneo se hallan esparcidos en todas las latitudes, pero sólo en los mares de los climas cálidos se encuentran en abundancia coralarios de políperos pétreos.

Algunas veces los pólipos agregados depositan en el interior del tejido común que les une una materia córnea ó calcárea que constituye una especie de tallo interior, que se ramifica como un árbol á medida que la masa animada echa nuevas ramas. Así se forma la materia pétrea llamada *coral* (fig. 209), que es objeto de activo comercio porque el hermoso pulimento de que es susceptible la hace apta para alhajas y otros objetos.

En esta división del reino animal deben incluirse las actinias á anémonas de mar (fig. 188), de cuerpo carnudo y que en tan gran cantidad se ven en nuestras costas; las cariotilias y las as-

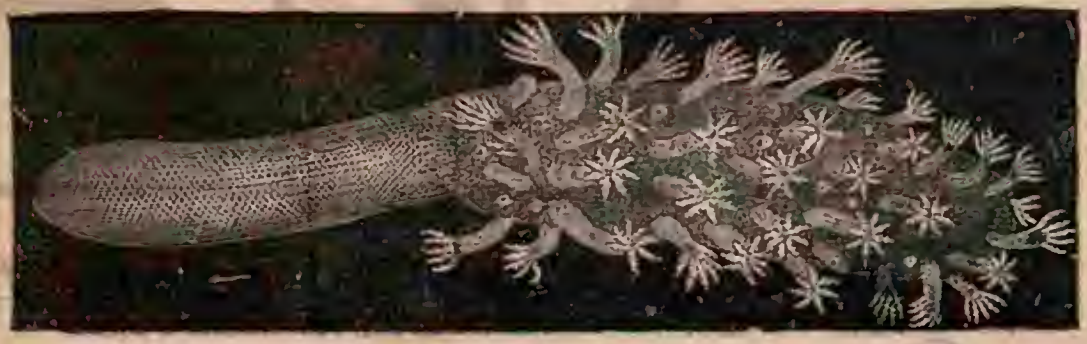


Fig. 525. — Pólipos (*Veretillum*)

treas, que contribuyen más que cualesquiera otras á la formación de los arrecifes madrepóricos; el coral (fig. 207); el veretíllum (fig. 525), que no se adhiere al suelo, sino que sólo se introduce en la arena por una de las extremidades del tallo común. La mayor parte de los naturalistas incluyen también las hidras, de que ya hemos tratado (§ 347, fig. 163).

CLASE DE LOS INFUSORIOS PROPIAMENTE DICHOS [1].

§ 628. Estos animálculos, que no se perciben sino con el microscopio, y que se desarrollan abundantemente en las aguas que contienen restos de cuerpos organizados, han sido confundidos hasta hace poco con los rotatorios (§ 591), cuya estructura es muy diferente. Su cuerpo, unas veces redondo, otras cumplido, se halla á menudo cubierto de pestañillas, y presenta de ordinario en su interior cantidad muy grande de cavidades pequeñas que al parecer desempeñan las funciones de otros tantos estómagos. En algunos, esta especie de ampollas parecen agrupadas al rededor de un conducto que se abre en el exterior por sus dos extremidades (fig. 212); pero otras veces parecen hallarse completamente aisladas, y las personas que han estudiado especialmente estos pequeñísimos seres no están de acuerdo sobre la existencia de una comunicación directa entre tal cavidad y el exterior. La manera como los infusorios se propagan ha sido objeto de muchas indagaciones y muchos naturalistas piensan que se pueden formar directamente por la desagregación de las materias que componen las hojas, la carne muscular y otros cuerpos organizados; pero esta generación llamada espontánea no existe, y se sabe que nacen unos de otros como los demás cuerpos vivientes: animales ó plantas. Por lo demás, su modo de propagación está perfectamente de acuerdo con la sencillez de su estructura; estos singulares seres se multiplican de ordinario por la división espontánea de su cuerpo en dos ó más fragmentos, cada uno de los cuales continúa viviendo y se convierte en seguida en un nuevo individuo semejante al primero.

Sus formas son muy variadas, y se les ha dividido en muchos géneros, de los cuales citaremos los enquélidos (III, fig. 212), cuyo cuerpo es oblongo; los volvoces, que son globulosos y giran continuamente sobre sí mismos, y las mónadas (I, fig. 212), que se parecen á puntitos remolineando en el agua en que nadan. A la existencia de miriadas de una especie particular de estas pequeñas mónadas, cuyo cuerpo es de color rojo, debe el agua de algunas charcos salados el color sanguinolento que á veces presenta.

---

[1] Muchos pequeños seres que los zoólogos reunen en este grupo, parece que deben incluirse en el tipo de los Moluscos mejor que en el de los Zoófitos; pero sus afinidades naturales no se conocen con bastante exactitud para que nosotros podamos tratar aquí de esta cuestión.

§ 629. Las Esponjas (fig. 211) y los demás cuerpos de estructura análoga no presentan los caracteres más salientes de la animalidad sino al principio de su vida, y más tarde se parecen á vegetales informes más bien que á animales comunes. Al nacer se asemejan bastante estos singulares seres á ciertos infusorios. Su cuerpo es oval y cubierto de pestañas vibrátiles de las cuales se sirven para moverse en el agua: respecto á esto se parecen también á las larvas de diversos pólipos en el instante en que salen del huevo; pero pronto los pequeños espongiarios se fijan en algún cuerpo extraño, se vuelven completamente inmóviles, no dan más ningún signo de sensibilidad ni contractilidad y al crecer se deforman completamente. La sustancia gelatinosa de su cuerpo se llena de agujeros y conductos que el agua baña sin cesar, y se desarrollan en su interior una multitud de filamentos córneos y de espinillas tan luego calcáreas como silíceas, que dispuestas en haces entrecruzados, constituyen una especie de armadura sólida. Finalmente, en ciertas épocas del año, se ven desarrollarse, en la sustancia de estas masas informes, corpúsculos ovoides ó esféricos que caen en los conductos citados, y que, arrastrados al exterior por la corriente que sin cesar atraviesa la esponja, constituyen especies de larvas ó cuerpos reproductores dotados de la facultad locomotiva ya mencionada.

Conócense numerosos espongiarios; la mayor parte son propios de los mares de las regiones cálidas, pero muchos viven en las rocas de nuestras costas. Los que tanto se usan en economía doméstica se distinguen por la naturaleza puramente córnea y por la elasticidad de los filamentos de que se compone su armadura sólida: una de estas especies, la esponja común, se encuentra en mucha abundancia en el Mediterráneo; otra, llamada esponja usual, es propia de los mares de América. Estos cuerpos son objeto de importante comercio, y, para prepararlos para los usos á que se les destina, basta lavarlos bien á fin de separar de su esqueleto córneo la materia animal que naturalmente les cubre.

DE BIBLIOTECAS

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS ANIMALES.

§ 630. Para formarnos una idea general del reino animal, no nos basta conocer los principales fenómenos con los cuales se manifiesta la vida en los seres animales, y haber estudiado la estructura de sus cuerpos y el mecanismo de sus funciones; necesitamos también echar una ojeada á la manera como los animales están repartidos en la superficie del globo, y tratar de apreciar la influencia que sobre ellos pueden ejercer las circunstancias diversas en medio de las cuales se hallan destinados á vivir.

§ 631. Cuando dirigimos nuestra atención al modo como los animales están distribuídos á nuestro alrededor sobre el globo, lo primero que nos admira es la diferencia de los medios en que viven. Unos, como es sabido, habitan siempre en el agua, y mueren en seguida que se les saca de este líquido; otros no pueden existir sino en el aire, y perecen casi inmediatamente si se llega á sumergirlos. Los unos, en efecto, están destinados á poblar las aguas, los otros á vivir sobre la tierra; y cuando se compara, bajo el aspecto fisiológico y anatómico, estos animales acuáticos y estos animales terrestres, se descubre en su modo de existencia, por lo menos en parte, las causas de tales diferencias.

Al estudiar la respiración, hemos señalado una relación constante entre la intensidad de esta función y la energía vital. Los animales, hemos dicho, consumen en un espacio de tiempo dado una cantidad de oxígeno tanto más considerable, cuanto más activos sean sus movimientos y su nutrición más rápida; ahora bien, ellos no pueden tomar este oxígeno sino en los fluidos que bañan su cuerpo, y en un litro de aire existen 208 centímetros cúbicos de este principio vivificante, mientras que en un litro de agua no se encuentran ordinariamente en disolución sino unos 13 centímetros. Es, pues, evidente que el grado de actividad en la función respiratoria, indispensable al ejercicio de las facultades propias de los animales superiores, debe ser mucho más fácil de alcanzar en el aire que en el agua, y que en razón de esta sola

diferencia, la permanencia en este último fluido debe ser perjudicial á todos los seres más elevados en la serie animal. Compréndese, en efecto, que un animal que, para vivir, tiene necesidad de absorber á cada instante una cantidad considerable de oxígeno, no lo encuentre en proporción suficiente cuando está sumergido en el agua y que perezca entonces asfixiado. Mas, á primera vista, nos explicamos con menos facilidad las causas por las cuales un animal acuático no puede continuar viviendo cuando se le retira del agua para ponerlo en el aire, pues se le suministra en este caso un fluido más rico en oxígeno que aquél cuya acción vivificante bastaba á todas sus necesidades. Existen, sin embargo, diversas circunstancias que, hasta cierto punto, nos dan cuenta de este fenómeno. Así, la física nos enseña que pesando sucesivamente un cuerpo en el aire y en el agua, es mucho más ligero en ésta que en aquél, y que para sostener en el agua su equilibrio, basta un peso equivalente al que representa su pesantez en el aire, disminuído de el de la masa de agua que desplaza. De esto resulta que animales cuyos tejidos son demasiado blandos para sostenerse por sí mismos en el aire, y que se hunden hasta el punto de hacerse incapaces de desempeñar sus funciones en el organismo, pueden sin embargo vivir muy bien en el agua, donde esos mismos tejidos, no siendo más densos que el fluido que les rodea, no tienen necesidad de presentar sino muy débil resistencia para conservar su forma y para impedir á las diversas partes del cuerpo de caer sobre sí mismas. Esta sola consideración bastaría para explicarnos por qué animales gelatinosos, tales como los infusorios ó las medusas, están necesariamente confinados en las aguas; pues, cuando se observa uno de estos delicados seres aun sumergido en dicho líquido, se ve que todas sus partes, hasta las más tenues, se mantienen en su posición normal, y flotan con facilidad en el medio ambiente; pero, desde que se le retira de él, su cuerpo entero se hunde y sólo presenta á la vista el aspecto de una masa informe y confusa. La influencia de la densidad del medio ambiente en el juego mecánico de estos instrumentos de la vida se hace sentir también en los animales que tienen estructura más perfecta, pero en los cuales, sin embargo, la respiración se ejerce aún por apéndices membranosos ramificados como arbúsculos ó penachos. Así, en los Anélidos ó aun en los Peces, las branquias se componen de filamentos flexibles, que se sostienen fácilmente en medio del agua, permitiendo de este modo al fluido respiratorio llegar y renovarse en todos los puntos de su superficie; pero, en el aire, estos mismos filamentos membranosos se hunden á causa de su propio peso, cayendo unos sobre otros, y, por esto solo, excluyen el oxígeno de la mayor parte

del aparato respiratorio. De lo cual resulta que dicha función se estorba entonces, y que el animal puede morir asfixiado en el aire mientras que encontraba en el agua el que necesita para respirar libremente. Para convencerse de la importancia de estas variaciones en el estado físico de los órganos en el aire ó el agua, basta recordar lo que sucede en nuestros laboratorios de disección: un anatómico que quisiese estudiar la estructura de una parte delicada no lo conseguiría sino con dificultad haciendo su disección al aire; pero poniendo en agua el objeto de su estudio, consigue más fácilmente distinguir todas sus partes; pues estas partes, sostenidas en cierto modo por el líquido, conservan entonces sus relaciones naturales como si tuviesen tejido consistente y rígido. Otra circunstancia que influye igualmente en la posibilidad de la vida en el aire ó en el agua, es la evaporación que se verifica siempre en la superficie de los cuerpos organizados, colocados en el aire, pero que no ocurre en medio del agua. Cierto grado de desecación hace perder á todos los tejidos orgánicos las propiedades físicas que les distinguen, y siempre se ve que las pérdidas por evaporación, cuando pasan ciertos límites, traen la muerte de los animales. De lo cual resulta que los seres cuya organización no está dispuesta para preservarlos de los efectos perjudiciales de tal evaporación no pueden vivir sino en el agua, y prontamente perecen en el aire. Ahora bien, la economía animal no puede satisfacer esta exigencia sino á condición de una complicación grandísima en su estructura. En efecto, si la respiración debe ser activa, es preciso que la superficie respiratoria sea situada profundamente en alguna cavidad inferior, donde el aire no se renueve sino en la proporción necesaria para la conservación de la vida. Para asegurar esta renovación, será necesario que el aparato de la respiración se complique de órganos motores propios para asegurarla; para evitar la desecación de una parte cualquiera de la superficie del cuerpo, será necesario igualmente que la repartición de los líquidos en las diversas partes del cuerpo se realice con facilidad y que exista en él una circulación activa, ó bien que esta superficie esté cubierta por una túnica apenas permeable. Esto es tan cierto que, aun en los peces, donde la circulación es muy completa, pero que no se verifica sino lentamente, y donde la red capilar no es muy compacta, la muerte ocurre en seguida, á causa de la desecación de una parte del cuerpo, de la porción posterior, por ejemplo, aun en el caso de que sólo esta porción se halle expuesta al aire y que todo el resto del animal permanezca sumergido en el agua.

Podríamos añadir aún que, en el agua, la alimentación es posible con instrumentos de prehensión y de movimiento menos

perfectos que en el aire, donde es más difícil de operar el transporte de las materias extrañas que el animal necesita. Así es que, en todos los aspectos más esenciales, la vida es de cierto modo más fácil de sostener en el seno de las aguas que en la superficie de la tierra; en la atmósfera necesita instrumentos fisiológicos más complicados y más perfectos; por eso las aguas son el elemento natural de los animales más inferiores de la serie zoológica; y si las producciones de la creación se han sucedido en el mismo orden que los estados transitorios por los cuales pasa cada animal durante el período de su desarrollo, puédese deducir que también en medio de las aguas aparecieron primero los seres animados, resultado que está de acuerdo con las observaciones de los geólogos y con las palabras de la Escritura.

De este modo puede el fisiólogo darse cuenta del modo actual de repartición de los animales entre los dos elementos geológicos que se dividen la superficie del globo, el agua y la tierra; pero estas diferencias fundamentales no son las únicas que se observan en la distribución geográfica de los seres animados. Si un naturalista, familiar con la fauna de su país, visita regiones lejanas, ve, á medida que adelanta en su camino, poblada la tierra de animales nuevos á sus ojos; luego, desaparecer estas mismas especies á su vez, para dejar el sitio á otras igualmente desconocidas.

Si, saliendo de Francia, para el sur del África, no encontrará allí sino muy pocos animales parecidos á los que había visto en Europa, y notará sobre todo el elefante de grandes orejas, el hipopótamo, el rinoceronte bicórneo, la jirafa, rebaños innumerables de antílopes y de cebras; el búfalo del Cabo, cuyos cuernos cubren con la ensanchada base toda su frente; el león de negra melena; el chimpancé y el gorilla, los que más se parecen al hombre de todos los animales; el cinocéfalo, ó mono de cara de perro; buitres de especies particulares; multitud de aves de brillante plumaje, desconocidas en Europa; insectos igualmente diferentes de los del norte; verbigracia, el termito fatal, que vive en sociedades numerosas, y labra con tierra habitaciones comunes de curiosísima disposición y de considerable altura.

§ 632. Si nuestro zoólogo abandona el sur del África y penetra en el interior de la gran isla de Madagascar, encontrará aún una fauna diversa. No verá allí ninguno de los grandes cuadrúpedos que había observado en África, y la familia de los monos estará reemplazada por otros mamíferos, bien organizados igualmente para trepar á los árboles, pero que se parecen más á los carnívoros, llamados por los naturalistas *makis;* encontrará el *ay-ay*, animal singularísimo que parece que es objeto de una especie de

veneración por los habitantes, y que á la vez se parece al mono y á la ardilla; los centetes, pequeños mamíferos insectívoros que tienen el lomo espinoso como el de nuestros erizos, pero que no se enguruñan formando una bola, el camaleón de nariz ahorquillada, y muchos reptiles curiosos que no se encuentran en otras regiones, así como insectos no menos característicos de este país.

§ 633. Prosiguiendo aún su camino, al llegar á la India encontrará nuestro viajero un elefante distinto de el de África; bueyes, osos, rinocerontes, antílopes, ciervos, de igual modo diferentes de los de Europa ó de Africa; el orangután y un sinnúmero de otros monos propios de dicho país; el tigre real, el argus (ave), el pavo, faisanes y una multitud casi innumerable de aves, reptiles é insectos desconocidos fuera de allí.

§ 634. Si en seguida visita la Australia, todo será aún nuevo para él, y el aspecto de la fauna le parecerá mucho más extraño que el de las diversas poblaciones zoológicas que ya habia observado. No encontrará más especies análogas á nuestros bueyes, á nuestros caballos, á nuestros osos y á nuestros grandes carnívoros; hasta faltarán completamente los cuadrúpedos de gran tamaño, y descubrirá kanguros, falangistas voladores y ornitorincos.

§ 635. Finalmente, si nuestro viajero, para volver á su patria, atraviesa el vasto continente de América, encontrará en ella una fauna que tiene analogía con la del antiguo mundo, pero compuesta casi por completo de especies diferentes: verá monos de cola prehensil, grandes carnívoros bastante semejantes á nuestros tigres y leones, bisontes, llamas, tatús; en fin, aves, reptiles é insectos tan notables como nuevos para él.

§ 636. Diferencias no menos grandes en las especies animales propias de las diversas regiones del globo se observan cuando en vez de limitar el estudio á los habitantes de la tierra, se examinan las miriadas de seres animados que viven en medio de las aguas. Pasando de las costas de Europa al océano Índico y de este último á los mares de América, se encuentran peces, moluscos, crustáceos y zoófitos especiales de cada uno de estos parajes. Este como acantonamiento de las especies, ya acuáticas, ya terrestres, es tan notable, que un naturalista un poco práctico no puede desconocer, á la primera ojeada, el origen de las colecciones zoológicas sometidas á su examen, que se hayan recogido en una ú otra de las grandes divisiones geográficas del globo. La fauna de cada una de estas divisiones tiene un aspecto especial, y puede ser fácilmente caracterizada por la presencia de ciertas especies más ó menos notables.

§ 637. Los naturalistas han imaginado muchas hipótesis para

darse cuenta de dicho modo de distribución de los animales en la superficie del globo; pero, en el estado actual de la ciencia, es imposible dar una explicación satisfactoria, á menos que se admita que, desde el principio del período geológico actual, las diversas especies han sido repartidas en regiones diferentes, y que poco á poco se han esparcido ellas á lo lejos para ocupar una porción más considerable de la superficie de la tierra.

En el estado actual del globo, nos es imposible reconocer todos estos núcleos zoológicos; pues se concibe la posibilidad de cambios tan múltiples entre dos regiones cuyas faunas eran primitivamente distintas, que puedan no presentar en el día sino especies comunes á una y otra, y en este caso nada manifestará á los ojos del naturalista su separación original; pero cuando una región se halla poblada de un número considerable de especies que no se encuentran fuera de allí, aun mismo donde las circunstancias locales sean más semejantes, ocurre pensar que dicha porción del globo ha sido siempre una región zoológica distinta.

Lo que el naturalista debe preguntarse, no es, pues, por qué os diversos puntos del globo están hoy habitados por especies diferentes, sino cómo los animales han podido extenderse á distancias tan considerables en la superficie del globo, y cómo la naturaleza ha puesto á esta diseminación límites variables según las especies. Esta última pregunta ocurre sobre todo, en el momento que se ve cúan desigual es la extensión del dominio ocupado hoy en día por tal ó cual ser animado: el orangután, verbigracia, se encuentra limitado á la isla de Borneo y tierras próximas; el buey almizclado á la parte más septentrional de América, y el llama á las regiones elevadas del Perú y de Chile; mientras que el pato salvaje se encuentra en todas partes, desde la Laponia hasta el cabo de Buena Esperanza y desde los Estados Unidos de América hasta Chile.

Las circunstancias que favorecen la diseminación de las especies son de dos órdenes; unas obedecen á la naturaleza del animal mismo; otras á causas extrañas á él. De las primeras debemos indicar principalmente el desarrollo de la fuerza locomotiva. En igualdad de casos, las especies que viven adheridas al suelo, ó que no poseen sino órganos imperfectos para la locomoción, ocupan sólo una porción muy restricta de la superficie del globo, comparadas con las especies cuyos movimientos de traslación son rápidos y poderosos: así, entre los animales terrestres, son las aves as que más nos presentan ejemplos de especies cosmopolitas, y, entre los animales acuáticos, los cetáceos y los peces. Los reptiles, al contrario, se hallan en su mayor parte confinados en límites estrechos, y lo mismo sucede á la mayor parte de los moluscos y

crustáceos. El instinto que induce ciertos animales á cambiar periódicamente de clima contribuye también á determinar la diseminación de las especies, y este instinto, como ya hemos visto, existe en gran número de seres.

De las circunstancias extrañas al animal, y en cierto modo accidentales, que concurren al mismo resultado, indicaremos también en primer lugar la influencia del hombre; para dar de ella una idea exacta bastarán algunos ejemplos. El caballo es originario de las estepas del Asia central, y, en la época de la descubierta de América, no existía en el nuevo mundo ningún animal de esta especie; pero los españoles le llevaron con ellos no hace más de tres siglos, y hoy en día, no sólo poseen caballos en abundancia la habitantes de este vasto continente, desde la bahía de Hudson hasta la Tierra de Fuego, sino que estos animales han vuelto al estado salvaje y se encuentran en él manadas casi innumerables. Lo mismo sucede con nuestro buey doméstico: llevado del antiguo al nuevo mundo, se ha multiplicado á tal punto que, en algunas partes de la América del Sur, son objeto de activa caza con el solo objeto de aprovecharse de sus pieles para la fabricación del cuero. El perro también ha seguido al hombre á todas partes; aun podemos añadir al número de los animales que el hombre ha hecho cosmopolitas, la rata, que parece oriunda de África, que invadió la Europa en le edad media, y que ahora se encuentra hasta en las islas de la Oceanía.

En algunos casos, los animales han podido franquear barreras naturales en apariencia insuperables, y esparcirse en un espacio más ó menos considerable de la superficie del globo, por circunstancias cuya importancia parece á primera vista insignificante, como el movimiento de un fragmento de hielo ó de un trozo de madera arrastrado por las corrientes á distancias á menudo considerables: así nada es más común que encontrar en alta mar, á centenares de leguas de toda tierra, ovas flotando en la superficie del agua sirviendo de apoyo á pequeños crustáceos incapaces por sí mismos de trasladarse á nado lejos de las costas donde han nacido. La gran corriente marítima que, saliendo del golfo de Méjico, costea la América septentrional hasta la altura de Terra Nova, se dirige después hacia Islandia é Irlanda y baja hacia las Azores, arrastra con frecuencia hasta las costas de Europa troncos de árboles que el Misisipí había arrancado en las regiones más interiores del nuevo mundo y llevado hasta el mar; ahora bien, estas maderas están frecuentemente taladradas por larvas de insectos, y pueden dar asilo á huevos de moluscos ó de peces, etc. En fin, hasta las aves contribuyen á la dispersión de los seres vivientes en la superficie del globo, y esto de manera sin-

gularísima: sucede á menudo que dichos animales no digieren los huevos que tragan, y, evacuándolos á distancias enormes del punto en que los hallaron, trasladan lejos los gérmenes de una raza desconocida hasta entonces en las regiones donde los depositan.

Á pesar de todos estos medios de traslación y de otras circunstancias propias para favorecer igualmente la dispersión de las especies, hay muy pocos animales verdaderos cosmopolitas, y la mayor parte de los seres se hallan confinados en regiones bastante limitadas. Por lo demás, se comprende que así debe de ser, cuando se estudian las circunstancias que pueden oponerse á su progreso. Pero este estudio no puede darnos satisfactoria explicación de todos los casos de circunscripción limitada de una especie, y á menudo nos es imposible averiguar por qué ciertos animales permanecen encerrados en una localidad, cuando parece que nada debe oponerse á su propagación en las localidades vecinas.

§ 638. Como quiera que sea, los obstáculos á la dispersión geográfica de las especies son tan pronto mecánicos, como fisiológicos, y de los primeros se debe citar principalmente los mares y las altas cadenas de montañas. Para los animales terrestres, en efecto, son por lo general barrera infranqueable los mares de cierta extensión, y vese que, en igualdad de circunstancias, la mezcla de dos faunas distintas es siempre tanto más íntima, cuanto más cerca estén geográficamente las regiones á que pertenecen ó se hallen puestas en comunicación por tierras intermediarias. Así el océano Atlántico impide á las especies propias de la América tropical de extenderse en Africa, Europa ó Asia; y la fauna del nuevo mundo es completamente distinta de la del antiguo continente, menos en las latitudes muy elevadas, hacia el polo boreal. Pero allí las tierras se aproximan, América no está separada de Asia sino por el estrecho de Behring, y se encuentra ligada al norte de la Europa por Groenlandia é Islandia: por esto los cambios zoológicos han podido verificarse más fácilmente, y, en efecto, en estas regiones se ven especies comunes á los dos mundos: tales son el oso blanco, el rengífero, el castor, la herminia, el halcón peregrino, el águila de cabeza blanca, etc. Las cadenas de montañas elevadas constituyen también barreras naturales que detienen á menudo la dispersión de las especies é impiden la fusión de las faunas propias de dos regiones zoológicas vecinas. Así se ve que las dos vertientes de la cordillera de los Andes están habitadas por especies que, en su mayor parte, son diferentes; y los insectos de la región brasileña, por ejemplo, son casi todos diferentes de los que se encuentren en el Perú ó en Colombia.

La dispersión de los animales marinos que viven cerca de nuestras costas, se halla dificultada de la misma manera por la configuración geográfica del globo; pero en este caso unas veces es una larga continuidad de tierras, y otras una vasta extensión de mar lo que se opone á la diseminación de las especies. Así la mayor parte de los animales del Mediterráneo se encuentran también en la porción europea del Atlántico, pero no pueden llegar hasta los mares de la India, de los que hasta hace poco estaba separado el Mediterráneo por el istmo de Suez, y no pueden adelantar más en el Océano para esparcirse en las costas del nuevo mundo.

§ 639. Las circunstancias fisiológicas qne tienden á limitar as diversas faunas son más numerosas; pero la que se presenta en primer lugar es sin duda la temperatura desigual de las diversas regiones del globo. Hay especies que pueden resistir igualmente bien un frío intenso y los calores tropicales, el hombre y el perro, por ejemplo, pero existen otras que la naturaleza ha favorecido menos á este respecto, y que no prosperan ó hasta no pueden existir sino bajo la influencia de una temperatura determinada. Así los monos, que polulan en las regiones tropicales, mueren casi siempre de tisis cuando se encuentran expuestos al frío y á la humedad de nuestros climas; mientras que el rengífero, organizado para resistir los rigores del largo y crudo invierno de la Laponia, sufre del calor en San Petersburgo, y sucumbe en general con bastante rapidez bajo la influencia de un clima templado. De esto resulta que, en la mayoría de los casos, las diferencias de clima bastan por sí solas para detener las especies en su marcha de las latitudes elevadas hacia la línea equinoccial, ó de las regiones ecuatoriales hacia los polos. La influencia de la temperatura en la economía animal nos explica también por qué ciertas especies permanecen encerradas en una cadena de montañas sin poder extenderse lejos en localidades análogas. Sabemos en efecto que la temperatura desciende en razón de la elevación del suelo, y por consiguiente los animales que viven á alturas considerables no podrían descender á las llanuras para subir á otras montañas, sin atravesar países donde la temperatura es mucho más alta que la de su habitación acostumbrada. El llama, por ejemplo, abunda en los hierbazales del Perú y de Chile situados á una elevación de 4,000 á 5,000 metros sobre el nivel del mar, y se extiende al sur hasta la extremidad de Patagonia; pero no se presenta ni en el Brasil ni en Méjico, porque no podría llegar á estos países sin descender á regiones demasiado cálidas para su constitución.

La naturaleza de la vegetación y de la fauna preexistentes en

una región del globo influye igualmente en su invasión por especies exóticas. Así la dispersión del gusano de seda está limitada por la desaparición de la morera por encima de cierto grado de latitud; la cochinilla no puede extendese más allá de la zona donde crecen los nopales; y los grandes carnívoros, á menos que no vivan de peces, no pueden existir en las regiones polares, donde las producciones vegetales son demasiado escasas para alimentar un número considerable de cuadrúpedos herbívoros.

§ 640. Fácil nos sería multiplicar los ejemplos de estas relaciones necesarias entre la existencia de una especie animal en un lugar cualquiera y la existencia de ciertas condiciones climatéricas, fisiológicas ó zoológicas: pero fáltanos espacio para esto, y las consideraciones que acabamos de exponer nos parece que pueden bastar para dar una idea de la manera como la naturaleza ha efectuado la repartición de las especies animales en los diversos puntos de la superficie del globo; y, para conseguir el objeto que nos hemos propuesto al abordar este asunto, sólo nos resta echar una ojeada sobre los resultados á que han dado margen las diversas circunstancias de que hemos hablado, esto es, sobre el estado actual de la distribución geográfica de los seres animados.

Cuando se comparan entre sí las diversas regiones del globo bajo el aspecto de su población zoológica, nos admira en primer lugar la desigualdad extrema que se observa en el número de las especies. En tal comarca, se encuentra una diversidad extremada en las formas y estructura de los animales que componen su fauna, mientras que en otras reina á este respecto grandísima uniformidad; y es fácil encontrar cierta relación entre los diferentes grados de riqueza zoológica y la elevación más ó menos considerable de la temperatura. Efectivamente, el número de las especies aumenta á medida que se desciende de los polos hacia el ecuador, los tierras polares más lejanas no ofrecen al viajero sino algunos insectos, y, en sus mares helados, los peces y los moluscos mismos son poco variados; en los climas templados, la fauna es ya más numerosa en especies; pero en las regiones tropicales es donde la naturaleza se ha mostrado más pródiga á este respecto, y el zoólogo no puede menos de admirarse de la diversidad sin fin de animales que en ellas se encuentran acumulados.

Obsérvase también que existe singular coincidencia entre la elevación de la temperatura en las diferentes regiones zoológicas y el grado de perfección orgánica de los animales que las habitan. En los climas más cálidos es donde viven los animales más parecidos al hombre, y los que en cada gran división zoológica poseen la organización más complicada y las facultades más desarro-

lladas, mientras que en las regiones polares no se encuentran sino seres que ocupan lugar poco elevado en la serie zoológica. Los monos, por ejemplo, se encuentran confinados en las partes más cálidas de los dos continentes; lo mismo sucede con los papagayos entre las aves, los cocodrilos y tortugas entre los reptiles, y los cangrejos de costa entre los crustáceos, animales todos que son los más perfectos de sus respectivas clases.

Aun en los países cálidos es donde se encuentran los animales terrestres más notables por las belleza de sus colores, tamaño de su cuerpo y singularidad de sus formas.

Finalmente, parece que existe cierta relación entre el clima y la tendencia de la naturaleza á producir tal ó cual forma animal. Así se observa grandísima semejanza entre la mayor parte de los animales que habitan las regiones boreal y austral; las faunas de las regiones templadas de Europa, Asia y América septentrional presentan mucha analogía en su aspecto general; y en las comarcas tropicales de los dos mundos, se ven predominar formas semejantes. Las especies que se encuentran en regiones distintas y casi isotermas no son idénticas, sino más ó menos afines y que parecen representantes de un solo y mismo tipo. Así es que los monos de la India y del África central están representados en la América tropical por otros monos fáciles de distinguir de los primeros; al león, al tigre y á la pantera del antiguo continente corresponden en el nuevo mundo el cuguar, el juguar ú onza y el ocelote ó maracaya. Las montañas de Europa, Asia y América septentrional sirven de vivienda á osos de especies distintas, pero que no presentan entre sí sino diferencias ligeras. Las focas abundan sobre todo cerca de los dos círculos polares; y si se quisieran buscar pruebas de esta tendencia, no en las clases más elevadas del reino animal, sino entre los seres inferiores, se encontrarían no menos evidentes. Los cangrejos, por ejemplo, parece que están confinados en las regiones templadas del globo, y se encuentran representados en la mayor parte de Europa por la especie llamada cangrejo de río tan común en nuestros riachuelos, en el mediodía de Rusia por una especie diferente, en la América septentrional por otras dos especies igualmente distintas de las precedentes, en Chile por una cuarta especie, en el sur de Nueva Holanda por una quinta, en Madagascar por una sexta, y en el cabo de Buena Esperanza por una séptima especie.

La comparación de las faunas de las diversas regiones zoológicas del globo conduce á otros resultados que son más difíciles de comprender. Así cuando se examina sucesivamente el conjunto de las especies que habitan Asia ó África y América, nótase en la

fauna del nuevo mundo un carácter de inferioridad que no escapó á la perspicacia del célebre Buffón. En efecto, en el nuevo mundo no existen mamíferos tan grandes como los del antiguo continente: vense, es verdad, en la América septentrional, número considerable de monos, pero, entre estos animales, ninguno hay igual al gorilla ó al chimpancé; los que más abundan son roedores y desdentados, es decir, los menos inteligentes de todos los mamíferos. En conclusión, en América es donde se encuentran las zarigüeñas, animales que pertenecen á ún tipo inferior á los mamíferos comunes, y que no tienen representantes en Europa, Asia ni África. Si del nuevo mundo se pasa á una región más nueva aún, á Australia, se encontrará en ella una fauna cuya inferioridad se manifiesta todavía más, pues la clase de los mamíferos no tiene otros representantes que los mursapiales y monotremos.

En cuanto á la limitación de las diversas regiones zoológicas que se reparten el globo, y á la composición de la fauna propia de cada una de ellas, no podemos tratarlas aquí sin salirnos del cuadro trazado para este curso, cosa que no sentimos, por cuanto en el estado actual de la ciencia falta mucho para que estas cuestiones estén resueltas.

Los huesos dejados por los animales antiguos en las capas sucesivas de la corteza sólida de nuestro globo y conservados en estos depósitos en estado fósil, prueban que en las diversas épocas geológicas han variado mucho los tipos orgánicos realizados por dichos seres, y que la mayor parte de las especies que actualmente existen difieren de las especies que las han precedido. Para darse cuenta de esta diversidad de formas características de las especies, han presentado los naturalistas varias hipótesis; la más célebre de éstas es la de Darwin, según la cual las especies actualmente distintas debieron tener antepasados comunes, de los que habrán descendido líneas susceptibles de modificarse de diversas maneras y de diferenciarse cada vez más progresivamente, pero ninguna prueba se tiene de la existencia de transformaciones de este género. En realidad, nada sabemos relativo al origen de las especies zoológicas, y la descripción de las conjeturas que referentes á este asunto se pueden hacer no cabrían útilmente en una enseñanza elemental, que no debe salir del dominio de la ciencia positiva. Por consiguiente, no la emprenderemos nosotros.

Aquí terminaremos nuestros estudios zoológicos, pues el objeto que nos propusimos no fué la descripción particular de cada animal, ni la enumeración de los caracteres propios para reconocerlos ó agruparlos metódicamente; quisimos sólo dar en este

curso nociones sobre la naturaleza y propiedades de dichos seres, trazar rápidamente la rasgos principales de su historia y acilitar á nuestros jóvenes lectores los conocimientos generales más útiles á todos é indispensables á los que quisieren profundizar más este ramo de las ciencias de observación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL

TABLA DE MATERIAS.

HISTORIA DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES FISIOLÓGICAS.

CONFORMACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ANIMALES.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA
000169

Paris. — Tip. de Garnier hermanos, 6, rue des Saints-Peres.

A Dios B.

Su garganita es un cuarteto
De donde brotan las notas
Tan finas como las gotas
De rocío en una flor.

Patabrada

Quisiera elegantes leyes, muy bellas,
Ver del tango que más atractivo tiene
Comentarios entre clamores de amores
Por oir ~~el~~ ~~es~~ ~~Co~~ mundo mío
bailarines

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DIRECCIÓN GENERAL