

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

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

ÓRGANOS DE LA CIRCULACIÓN

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

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

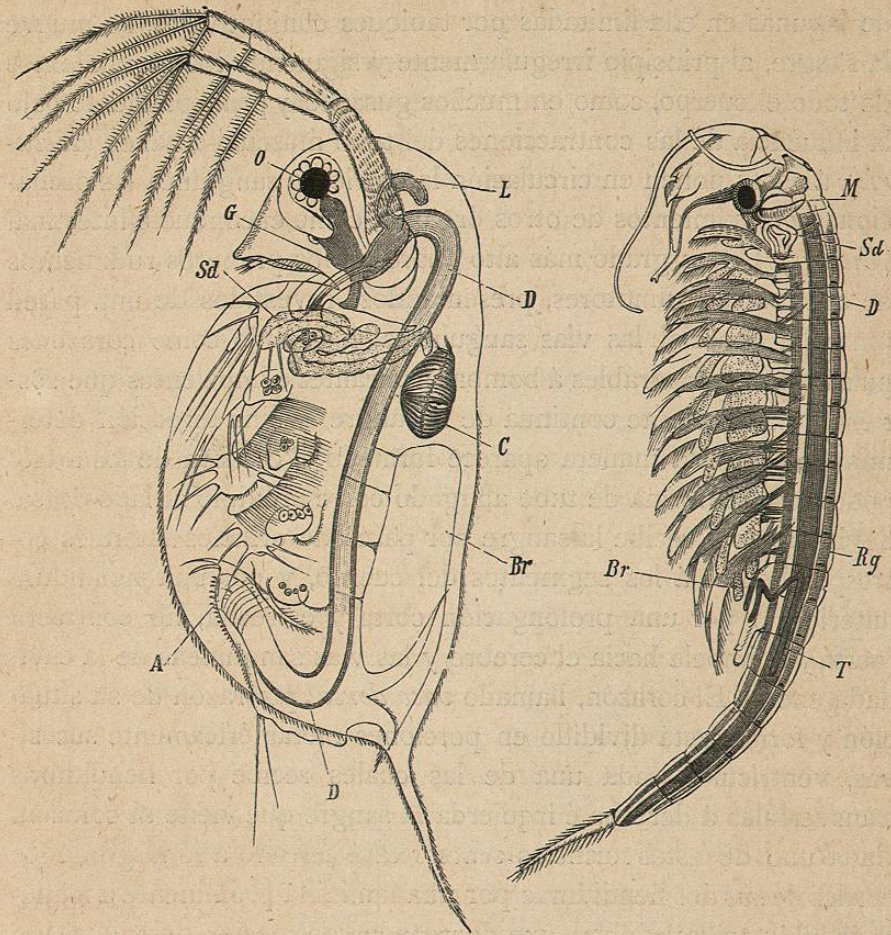


Fig. 65. - *Daphnia* con corazón simple, C. Se ve la hendidura de un lado; D, tubo intestinal; L, apéndices trepáticos corniculados; A, ano; G, cerebro; O, ojo; Sd, glándula conchígena; Br, cámara de incubación, bajo la duplicatura dorsal del caparazón.

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

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

Luego que se desarrolla un tubo intestinal independiente y una

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

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

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

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

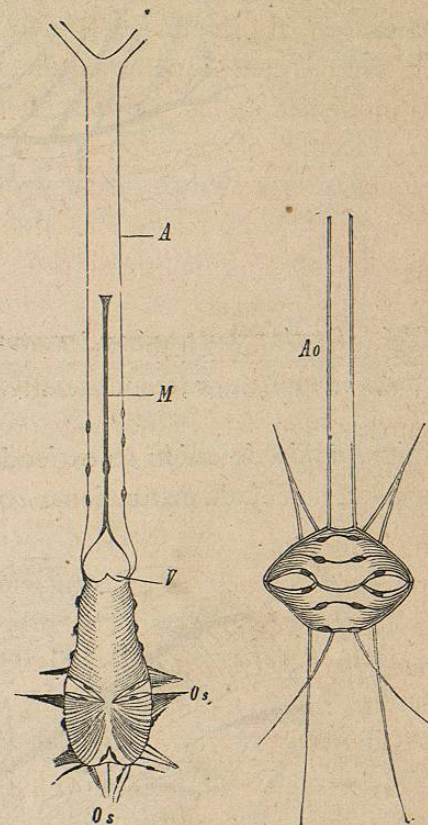


Fig. 67. - Corazón de un copépodo (*calanella*), con una arteria ascendente. A; Os, orificios; V, válvula en el orificio arterial; M, músculo.

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

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

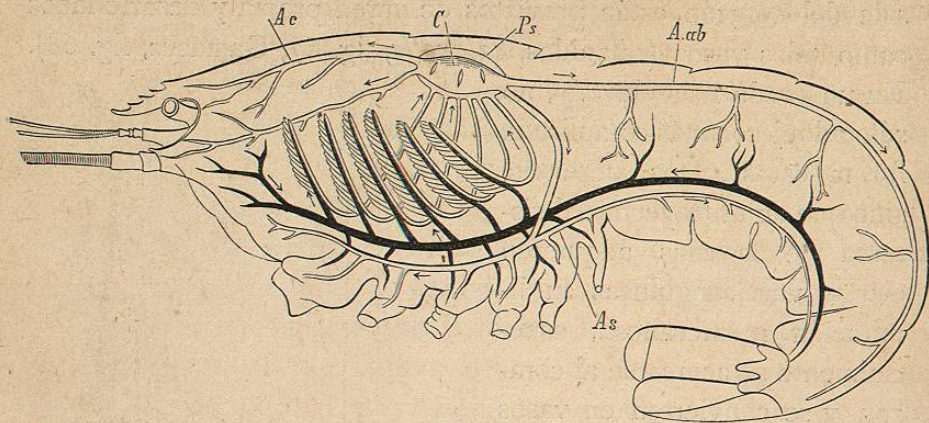


Fig. 69. - Corazón y vasos sanguíneos, juntamente con las branquias del cangrejo de río. C, corazón con tres pares de orificios en un seno sanguíneo á manera de bolsa; Ps; Ac, aorta cefálica; Aab, aorta abdominal; As, arteria esternal (la arteria hepática no está al descubierto).

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

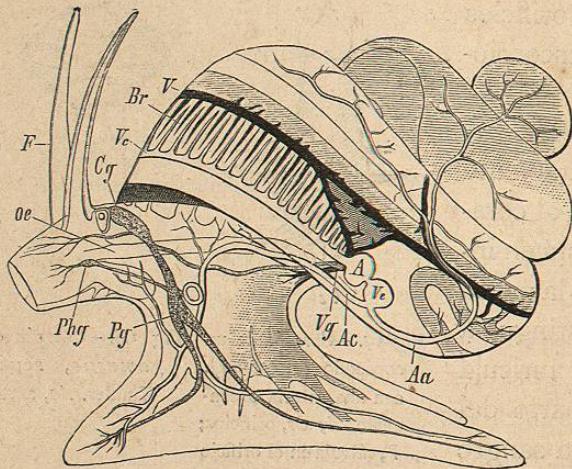


Fig. 70. Sistema nervioso y circulatorio de la paludina vivípara, según Leydig. F, tentáculos; Oe, esófago; Cg, ganglio cerebral con el ojo; Pg, ganglio pedio con vesícula auditiva adyacente (otocisto); Ug, ganglio visceral; Phg, ganglio faríngeo; A, atrio del corazón; V, ventrículo; A, aorta abdominal;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

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

Pormás que el vaso dorsal de los artrópodos

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

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

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

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

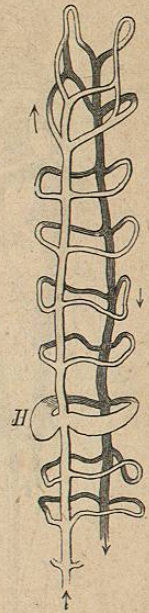


Fig. 71. - Segmento anterior del sistema vascular sanguíneo de un oligocetes (*senuris*), según Gegenbaur. En el vaso dorsal se mueve la sangre hacia adelante, y en el vaso ventral hacia atrás (véanse las flechas). H, asa transversal dilatada que hace de corazón.

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

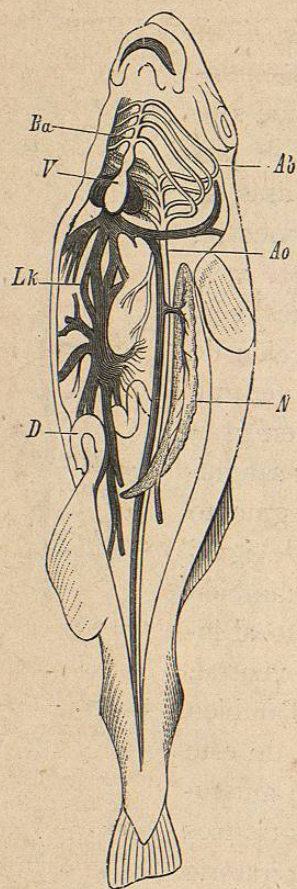


Fig. 72. — Órganos circulatorios de un pez óseo, representados esquemáticamente. *V*, ventrículo; *Ba*, bulbo aórtico con los arcos arteriales que llevan la sangre á las branquias; *Ao*, aorta descendente á la que afluyen las arterias epibranchiales *Ab*, procedentes de las branquias; *Dc*, conducto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

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

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

Por efecto de la interposición de los órganos respiratorios en el sistema de los arcos aórticos se complica en manera variable la conformación de estos arcos y la estructura del corazón. En los peces (fig. 72) se intercalan casi siempre cuatro ó cinco pares de branquias en el

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

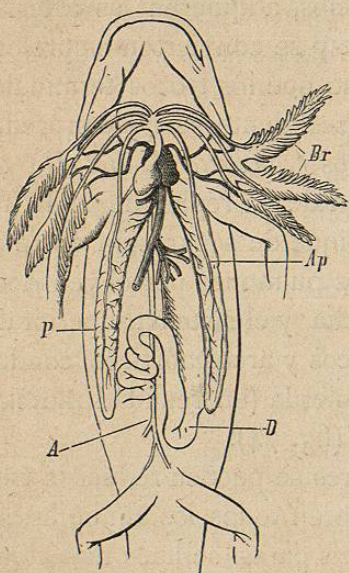


Fig. 73. — Branquias Brysacos pulmonares *P* de perennibranchio. *Ap*, arteria pulmonar procedente del más inferior de los cuatro arcos vasculares. Los arcos restantes conducen á los tres pares de branquias; *A*, aorta; *D*, tramo intestinal.

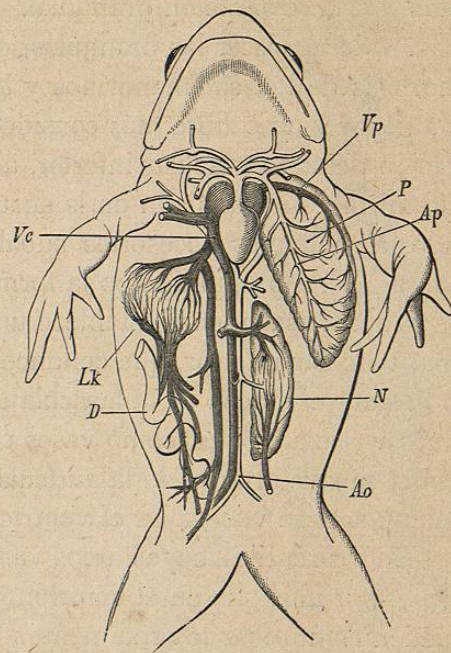


Fig. 74. — Órganos circulatorios de la rana. *P*, pulmón del lado izquierdo; el saco pulmonar del lado izquierdo ha sido eliminado; *Ap*, arteria pulmonar; *Vp*, vena pulmonar; *Vc*, vena cava; *Ao*, aorta descendente; *N*, riñón con la circulación de la porta; *D*, intestino; *Lk*, circulación de la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

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

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