

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

ÓRGANOS DE LA PRENSIÓN DE LOS ALIMENTOS Y DE LA DIGESTIÓN

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

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

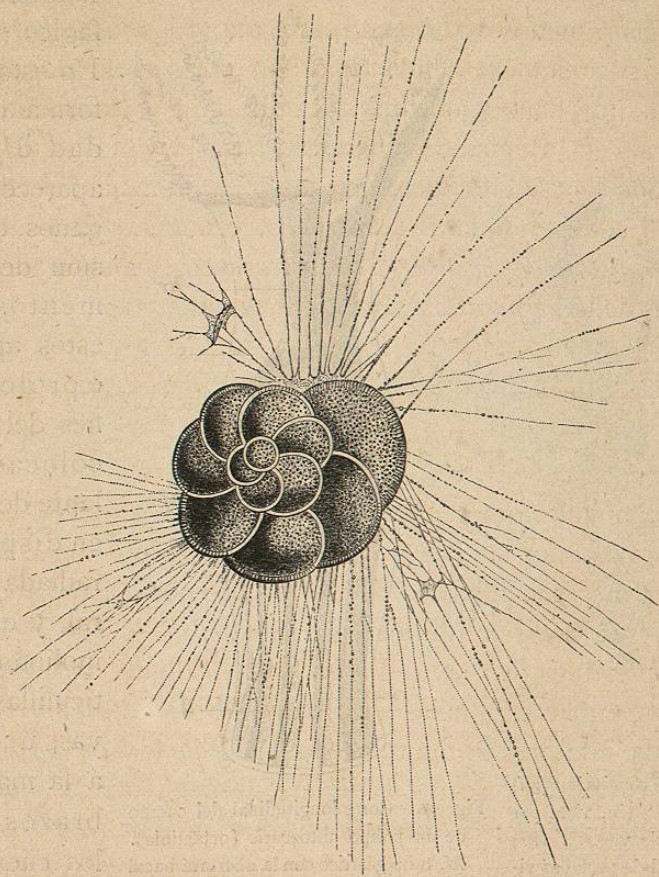


Fig. 55. - *Rotalia veneta*, según M. Schultze, con una diatomea aprisionada en la red de pseudopodios.

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

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

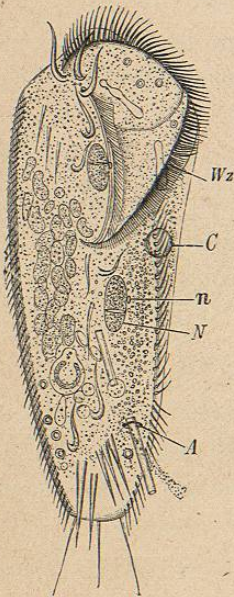


Fig. 56. - *Stylonichia mytilus*, según Stein, vista por la superficie ventral. *Wz*, zona adoral de pestañas vibrátiles; *C*, vacuola contráctil; *N*, núcleo; *N'*, nucleolo; *A*, ano.

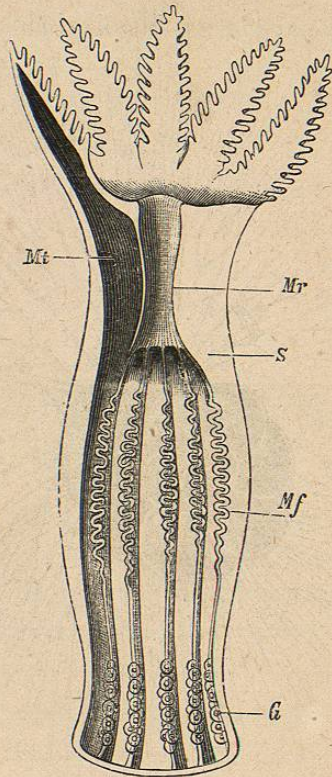


Fig. 57. - Corte longitudinal del cuerpo de un pólipo antozoario (octactinia). *M*, tubo gástrico con la abertura bucal entre los tentáculos pennados; *Mf*, filamentos mesentéricos; *G*, órganos genitales.

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

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

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

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

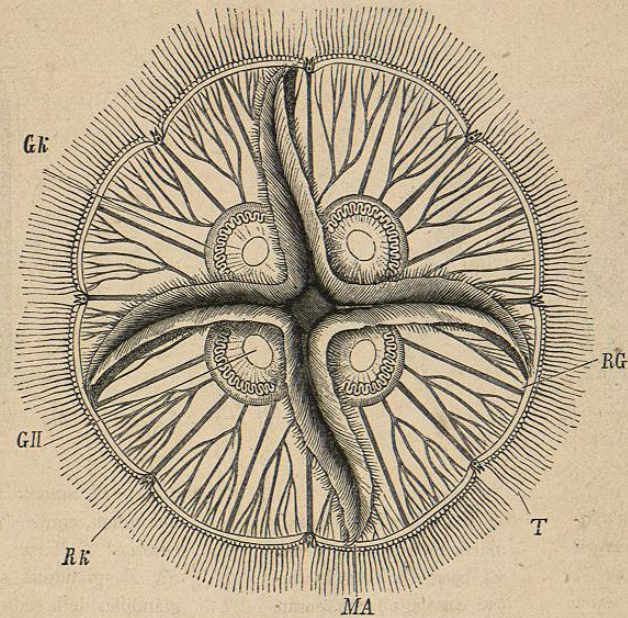


Fig. 58. - *Aurelia aurita*, vista por la superficie bucal. *MA*, los cuatro brazos bucales con el orificio bucal en el centro; *Gk*, ondas genitales; *GH*, abertura de la cavidad genital; *Rk*, cuerpos radiados; *RG*, vasos radiados; *T*, tentáculos marginales.

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

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

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

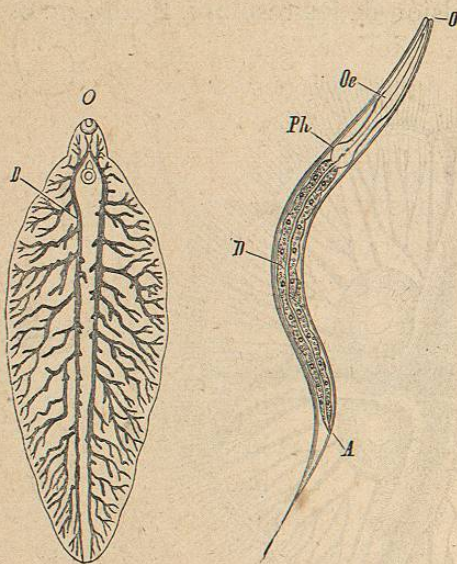


Fig. 59. - Conducto intestinal del *distomum hepaticum*, según R. Leuckart. *D*, rama intestinal; *O*, orificio bucal.

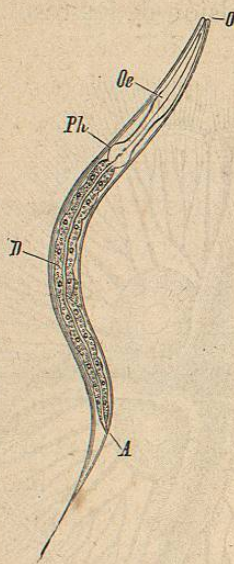


Fig. 60. - Conducto intestinal de un nematode joven. *O*, boca; *Oe*, intestino bucal (esófago) con ensanchamiento faríngeo; *Ph*, *D*, intestino medio; *A*, ano.

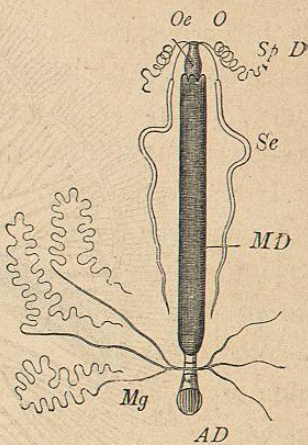


Fig. 61. - Conducto intestinal de una oruga, con sus glándulas accesorias. *O*, boca; *Oe*, esófago; *O*, boca; *Oe*, intestino bucal (esófago) con ensanchamiento faríngeo; *Ph*, *D*, glándulas salivales; *Se*, glándulas de la seda (sericterias); *MD*, intestino medio; *AD*, intestino anal; *Mg*, vasos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

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

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

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

Estos recipientes accesorios del estómago complican la conformación de este órgano en los animales vertebrados. En los peces no hay límite preciso entre el estómago y el esófago, y sólo se distinguen por los caracteres de la membrana mucosa y por un saco ciego dirigido hacia atrás, al paso que el límite entre el estómago y el intestino medio es casi siempre un punto estrecho. En muchos perennibranchios, como el *Proteus*, el estómago no constituye una porción dilatada, como en los urodelos y anuros, y en estos últimos se presenta á veces situado transversalmente lo mismo que en las tortugas y cocodrilos, en cuyo estómago se hace ya perceptible una curvatura grande y otra pequeña debidas á la aproximación del píloro al cardias.

En los pájaros se distinguen dos secciones, estómago glandular y estómago muscular (molleja) (fig. 63, *Dm*, *Km*). Entre los mamíferos conserva el estómago su primitiva situación longitudinal en las focas, pero está siempre completamente limitado y dilatado en forma de retorta. A menudo, especialmente en los omnívoros y herbívoros, se ensancha la porción del cardias en forma de saco ciego, que está revestido de una membrana mucosa densa y menos rica en glándulas. Así se prepara la división en dos porciones, perfectamente limitada por una estrangulación transver-

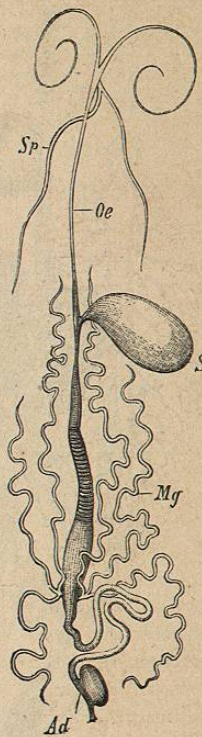


Fig. 62. Conducto intestinal de una mariposa. *R*, trompas (mandíbulas); *Sp*, glándulas salivales; *Oe*, esófago; *S*, buche; *Mg*, vasos de Malpigio; *Ad*, intestino recto.

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

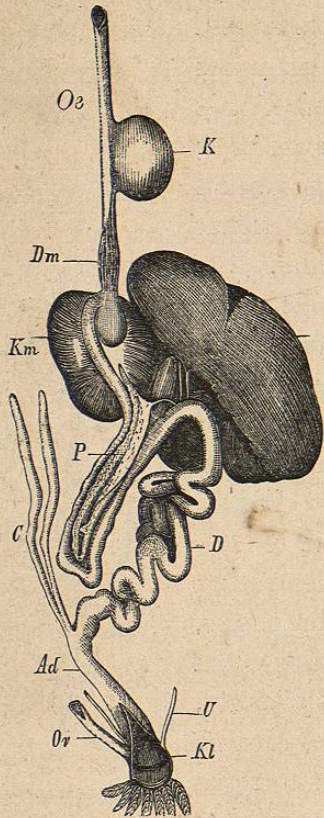


Fig. 63. Conducto digestivo de un pájaro. *Oe*, esófago; *K*, buche; *Dm*, estómago glandular (subcenturiado); *Km*, estómago muscular (molleja); *D*, intestino medio; *P*, páncreas, situado en una asa del duodeno; *H*, hígado; *C*, doble intestino ciego; *Ad*, recto; *U*, uréteres; *Kl*, cloaca; *Ov*,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

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

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

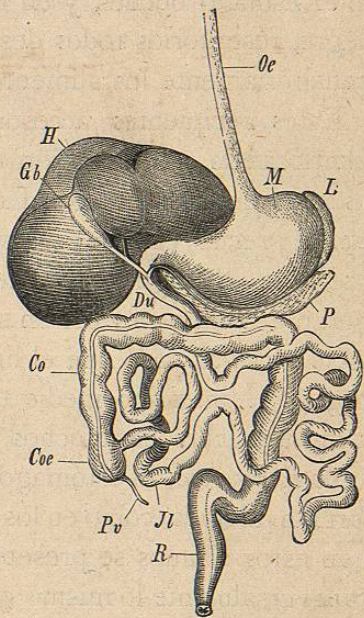


Fig. 64. Conducto digestivo del hombre. *Oe*, esófago; *M*, estómago; *L*, bazo; *H*, hígado; *Gb*, vejiga de la hiel; *P*, páncreas; *Du*, duodeno, con el desague de los conductos colédoco y pancreático; *Je*, yeyuno; *Il*, íleon; *Co*, colon; *Coe*, ciego con el apéndice vermiforme; *Pv*, *R*, recto.

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

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

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

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

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

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

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

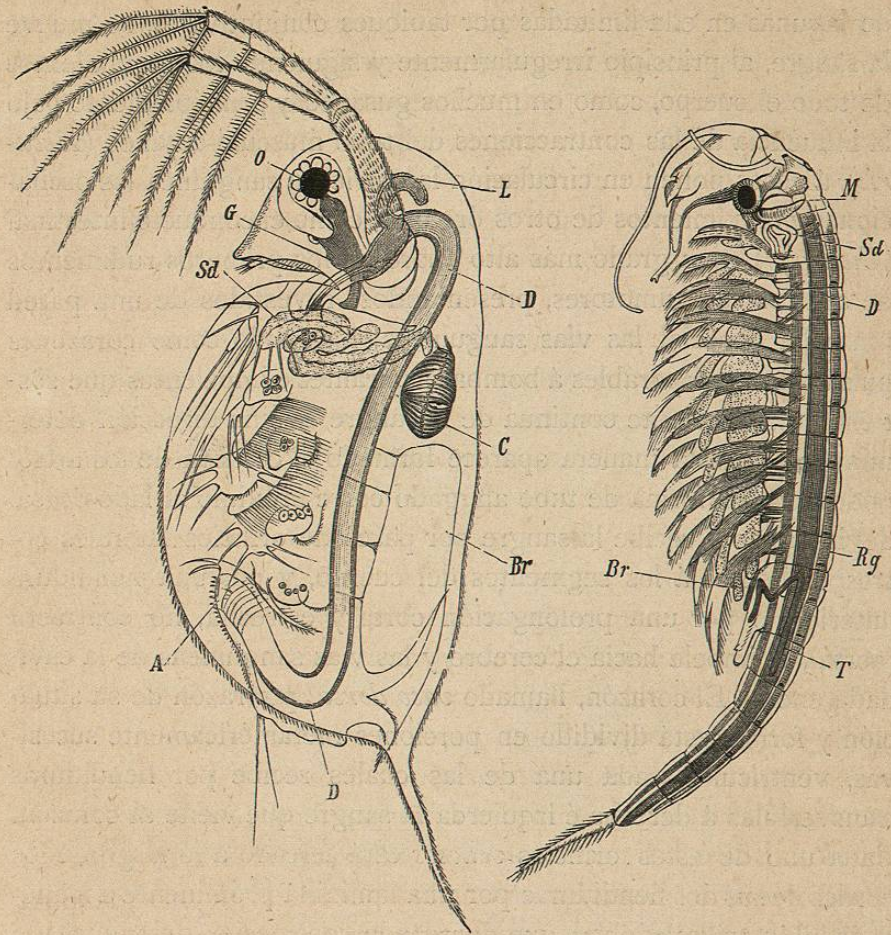


Fig. 65. - *Daphnia* con corazón simple, C. Se ve la hendidura de un lado; D, tubo intestinal; L, apéndices trepáticos corniculados; A, ano; G, cerebro; O, ojo; Sd, glándula conchígena; Br, cámara de incubación, bajo la duplicatura dorsal del caparazón.

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