

por los radios de las aletas, producidos por osificaciones *dérmicas*.

El *sistema nervioso* (fig. 889) presenta en toda la clase condiciones de la mayor inferioridad y sencillez. En general el cerebro es pequeño, y se compone de abultamientos situados unos tras otros. Los más pequeños de los anteriores forman los *lóbulos olfatorios* y se continúan en los nervios de este nombre. Los mayores corresponden á los *hemisferios*, y los abultamientos medios, de forma esférica, al *lóbulo del tercer ventrículo*, juntamente con los *cuerpos cuadrigéminos*. Esta parte del cerebro envía por delante los nervios ópticos, y de su cara inferior, del suelo del tercer ventrículo, sale la *hipofisis* con el *infundíbulo*. La porción posterior corresponde al cerebelo, que cubre, á manera de puente transversal muy diversamente desarrollado, la parte anterior del cuarto ventrículo, y á la *médula oblongada*. A menudo se desarrollan en esta parte abultamientos laterales, *lóbulos posteriores*, en los esturiones y tiburones en el origen del *trigémino* (*lobi nervi trigemini*), y en el torpedo en forma de *lóbulos eléctricos* voluminosos, que cubren la cavidad del cuarto ventrículo. Un sistema nervioso visceral completamente distinto sólo falta en los *ciclostomas*, hallándose substituido en ellos por el *vago* y por fibras de los nervios espinales. La médula espinal, que sobrepuja considerablemente en masa al cerebro, se extiende bastante uniformemente á todo lo largo del conducto raquidiano, sin formar la llamada cola de caballo (*cauda equina*), y en algunos casos (*Trigla*, *Orthogoriscus*) presenta en su porción anterior abultamientos pares ó impares correspondientes al origen de los nervios espinales.

Los ojos, ocultos en casos poco numerosos bajo la piel y los músculos (*Myxine*, larva de *Petromyzon*, y *Amblyopsis*), y representados en el *Amphioxus* por una mancha pigmentaria adyacente al centro nervioso, están caracterizados en las demás especies por una *córnea* plana y por una lente cristalina grande, casi externa, que por su cara anterior sobresale mucho de la papila (fig. 890). Pueden mencionarse como particularidades del ojo de los peces la *glándula coróidea*, cuerpo muy vascularizado (red admirable) situado en el punto de entrada del nervio óptico, y el *processus falciformis*, repliegue de la corioides que atraviesa la retina y termina anteriormente en la *Campanula Halleri*, que se fija en la lente.

El *órgano auditivo* (1) (que sólo falta en el *Amphioxus*) se halla reducido al laberinto (fig. 878 I), y en los *peces óseos*, los *ganóideos* y las *quimeras* está en parte libre en la cavidad craneana, rodeado de grasa. Es digna de mencionarse la unión que entre el laberinto y la vejiga natatoria establecen una serie de huesecillos en los *ciprinóideos*, *caracínidos*, *siluróideos* y otros.

El *órgano del olfato* aparece en los *ciclostomas* en la forma de un tubo simple con abertura impar en la línea media, y que en los mixinoides atraviesa el paladar. Todos los demás peces tienen fosas nasales dobles, terminadas en fondo sin salida, excepto en los dipnoicos, y con la superficie interna considerablemente reforzada por repliegues de la membrana mucosa.

El *sentido del gusto* no aparece tan desarrollado. Tiene su asiento en la parte más rica en nervios del paladar blando y de la cavidad bucal (papilas gustatorias). Sirven para la percepción del tacto los labios y los apéndices, ó barbillas, que de ellos salen con frecuencia. Pueden ser considerados también como órganos del tacto por su riqueza nerviosa los radios aislados de las aletas pectorales (*Trigla*). Los aparatos nerviosos de los conductos mucosos, antes mencionados, constituyen un sentido especial.

Forman parte del sistema nervioso, como anexos periféricos, los *órganos eléctricos* (torpedos, gimnotos) y los *órganos fotógenos* de muchos peces de los mares profundos.

Los *órganos digestivos* presentan una organización muy variada. La boca, situada en el extremo anterior de la cabeza, constituye casi siempre una hendidura transversal y puede á veces hacer un movimiento de proyección hacia adelante, mediante el desliz de los huesos del intermaxilar y maxilar superior (*Labroides*). La cavidad faríngea es notable por su amplitud y por su abundancia en dientes, formados por osificación de las papilas de la membrana

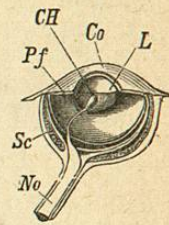


Fig. 890. — Ojo de *Esox lucius*, cortado transversalmente. Co, córnea; L, lente; Pf, processus falciformis; CH, campánula Halleri; N, nervio óptico; Sc, osificaciones de la esclerótica.

(1) Véase igualmente E. H. Weber: *De aure et auditu hominis et animalium*. P. I.: *De aure animalium aquatiliu*, Leipzig, 1820; C. Hasse: *Anatomische Studien*, fasc. 3; *Das Gehörorgan der Fische*, Leipzig, 1872. Véase más arriba Retzius, loc. cit.

mucosa. En el aparato maxilar superior se encuentran con frecuencia dos líneas curvas, paralelas, de dientes, una externa en el intermaxilar y otra interna en los palatinos, á las que se puede agregar otra línea impar en el vómer. La mandíbula inferior sólo tiene una hilera de dientes. Pueden tener dientes el hioides, el maxilar superior y el parasfenoides, y en general los arcos branquiales, particularmente en los huesos faríngeos superiores é inferiores. Por la forma se dividen en cónicos, terminados en punta (*dientes prehensores*, en forma de carda, de cepillo, etc.) y anchos ó planos, dientes molares.

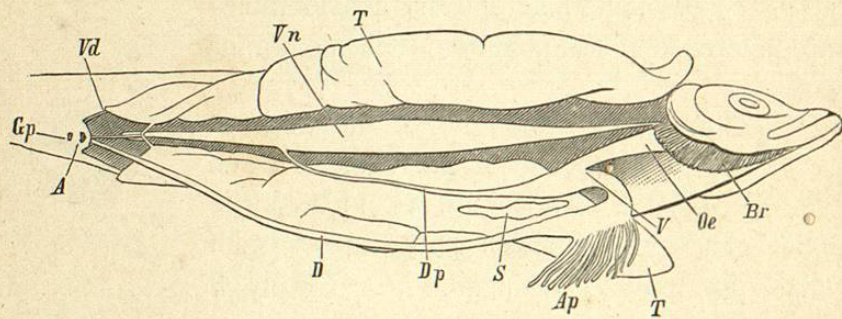


Fig. 891. — Conducto intestinal y órganos sexuales del *Clupea Harengus*, según Brandt. *Br*, branquias; *Os*, esófago; *V*, estómago; *Ap*, apéndices pilóricos; *D*, intestino; *A*, ano; *Vn*, vejiga natatoria; *Dp*, conducto neumático; *S*, bazo; *T*, testículo; *Vd*, conducto excretor del mismo; *Gp*, poro genital.

En el fondo de la cavidad faríngea se desarrolla una lengua pequeña apenas movable, y las paredes laterales están atravesadas por las hendiduras branquiales. Sigue luego un esófago, generalmente corto é infundibuliforme, y un estómago espacioso, que con frecuencia se prolonga en un saco ciego voluminoso (fig. 891). Al principio del intestino medio, separado por una válvula, se presentan con bastante frecuencia unos apéndices en forma de sacos ciegos (*apéndices pilóricos*), cuyo papel parece ser el de aumentar la superficie segregante del intestino. La superficie interna del intestino, arrollado casi siempre en múltiples circunvoluciones, se distingue por los repliegues longitudinales de su membrana mucosa; rara vez se presentan en ella vellosidades intestinales como en los vertebrados superiores. El tramo posterior del intestino de los *selacios*, *ganóideos* y *dipnóicos* tiene un repliegue longitudinal arrollado en forma de espiral (*válvula espiral*) que contribuye notablemente á aumentar

la superficie de absorción. No siempre está marcadamente deslindado el intestino recto y cuando existe es corto; en los *selacios* está provisto de un apéndice cecal en forma de saco (fig. 892 *Dv*). El ano está situado generalmente muy hacia atrás, y siempre en la cara ventral, delante del desagüe de los órganos urinarios y sexuales; en los peces que tienen aletas yugulares, y en algunos peces óseos desprovistos de aletas ventrales, avanza el ano hasta llegar á situarse debajo de la garganta.

Los peces no tienen glándulas salivales, pero si se encuentra siempre en ellos un hígado voluminoso, rico en grasa y casi siempre provisto de vesícula biliar, y generalmente de un páncreas que en manera alguna es reemplazado, como se creía antiguamente, por los apéndices pilóricos.

Como prolongación del intestino se desarrolla en muchos peces la *vejiga natatoria*, órgano que morfológicamente

corresponde á los pulmones. Es un saco casi siempre impar, rara vez par (*Polypterus*), lleno de aire, situado junto á la columna vertebral, sobre el intestino, y tan pronto cerrado como en comunicación con la cavidad del intestino anterior mediante un *conducto neumático* (*fisostomas*) (fig. 891). Una estrangulación transversal divide á veces la vejiga natatoria en un saco anterior y otro posterior (carpas), y otras veces tiene expansiones y apéndices. La pared está formada por una membrana elástica externa, dotada á veces

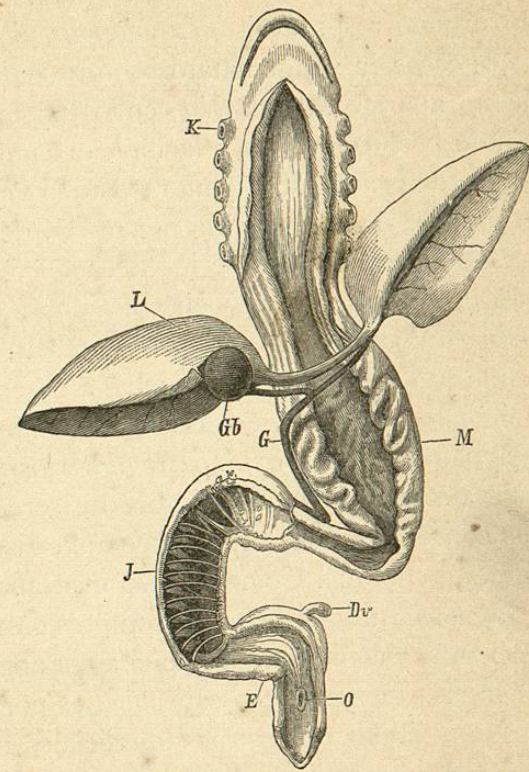


Fig. 892. — Aparato intestinal de *Torpedo*. *K*, agujero branquial; *M*, estómago; *L*, hígado; *Gb*, vejiga biliar; *J*, intestino con válvula espiral; *E*, intestino recto; *Dv*, divertículo glandular; *O*, orificio de entrada del oviducto.

de músculos, y una membrana mucosa interna. A veces aparecen en esta última órganos glandulares, que pueden influir en la cantidad de aire contenido en la vejiga. La superficie interna es casi siempre lisa, y erizada de elevaciones reticuladas que dan lugar á la formación de espacios alveolares (*ganóideos*). En este caso puede llegar á constituir un verdadero pulmón, que ejerce las funciones de órgano respiratorio (*Lepidosteus, dipnoicos*). Prescindiendo de estos casos, la vejiga natatoria representa fisiológicamente el papel de un aparato *hidrostático*, cuyo objeto esencial es modificar el peso específico del pez y facilitar el cambio rápido de situación del centro de gravedad. Cuando existe la vejiga natatoria, el pez tiene la facultad de comprimirla por medio de los músculos de la pared de la misma vejiga y de los del tronco, y merced á esta compresión el cuerpo se hace específicamente más pesado y desciende. Luego que cesa la compresión muscular, el aire comprimido se distiende y el peso específico vuelve á descender; el resultado de esta disminución de peso es el ascenso del animal. Si la compresión obra desigualmente sobre la parte anterior y posterior, la mitad que resulta más pesada específicamente será la primera en descender. Las condiciones son aún más complicadas según las observaciones de Bergmann (1). Como el peso específico del pez es casi igual al del agua, basta una pequeña compresión muscular para que el pez descienda; y como quiera que el agua apenas aumenta de densidad por la presión, y su peso específico es por lo tanto el mismo en las capas profundas que en las superficiales, no puede limitarse la profundidad á que puede llegar el pez mediante una pequeña compresión de su vejiga natatoria, tanto más cuanto su cuerpo se hace más denso y específicamente más pesado. El peso específico del pez debe aumentar mucho más que la densidad del agua, puesto que el contenido de la vejiga natatoria constituye una mezcla gaseosa que se condensa en razón directa de la compresión que sufre. El pez al descender se halla por lo tanto en lucha con el aumento del peso específico de su propio cuerpo, lucha que será tanto mayor cuanto mayor sea su vejiga natatoria con relación á su cuerpo, y nunca

(1) Véase Bergmann y Leuckart: *Anatom. physiolog. Uebersicht des Thierreichs*, Stuttgart, 1852.

llegará á una profundidad tal que pierda el influjo de su cuerpo sobre la compresión del aire, ó lo que es lo mismo, la facultad de distender la vejiga. Inversamente el pez al ascender no se elevará á una altura tal que la distensión mecánica de la vejiga debilite la energía muscular. La presencia de la vejiga natatoria obliga al pez á permanecer en determinadas profundidades, dentro de cuyos límites le presta aquel órgano excelentes servicios para ascender y descender. Los peces que viven á grandes profundidades (*Coregonus hyemalis* en el lago de Constanza) mueren al sacarlos á la superficie del agua, y presentan abultado el vientre y la faringe saliente al exterior.

La *respiración* es branquial en todos los peces. En los *ciclostomos*, que no tienen arcos viscerales que sirvan de sostén á sus branquias, existen seis ó siete pares de bolsas branquiales, que contienen las láminas branquiales y desembocan en el esófago unas veces por conductos branquiales internos, distintos (*Myxine*), y otras por un conducto común que recibe todos los conductos branquiales. Para la salida del agua existen conductos branquiales externos que desaguan á los lados del cuerpo, por orificios separados (*Petromyzon*) ó por una abertura común (*Myxine*). Alrededor de los conductos branquiales externos se desarrolla una red de bastoncillos cartilagosos, que se reúnen en forma de canastillo alrededor de la bolsa branquial.

En los *plagiostomos* (fig. 894 a) se encuentran bolsas, ó sacos, que comunican con el exterior por aberturas laterales, y á cuyas paredes anterior y posterior, sostenidas por tallos cartilagosos, se adhieren las láminas branquiales. Las paredes de estos sacos branquiales están limitadas entre sí por tabiques divisorios que se elevan entre las dos series de laminillas de cada arco y se hallan reforzados por un armazón externa de bastoncillos cartilagosos. En los *selacios* existen por regla general cinco pares de sacos branquia-

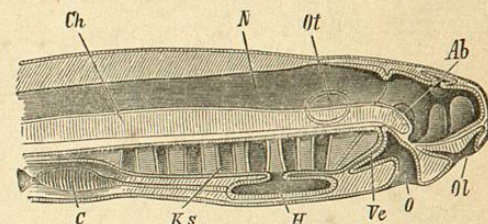


Fig. 893. - Corte longitudinal esquemático de la cabeza de una larva de *Petromyzon*, según Balfour. N, sistema nervioso; Ch, cuerda dorsal; Ot, vesícula auditiva (que se supone visible); O, boca; Ve, velo; H, invaginación de la glándula tiroidea; Ks, sacos branquiales; C, corazón; Ab, vesícula óptica; Ol, fosa olfatoria.

les, el último de los cuales sólo presenta una fila de laminillas en su pared anterior (fila posterior del cuarto arco branquial), al paso que el primer saco, además de la fila anterior del primer arco branquial, lleva en el hióideo otra fila de laminillas correspondientes á la branquia accesoria de la *Chimæra* y los ganóideos. Existe á veces también en el arco maxilar como resto branquial la *pseudobranquia* del agujero de desagüe, cuyos vasos corresponden á la circulación arterial y producen una red admirable. En los teleósteos (fig. 894 b)

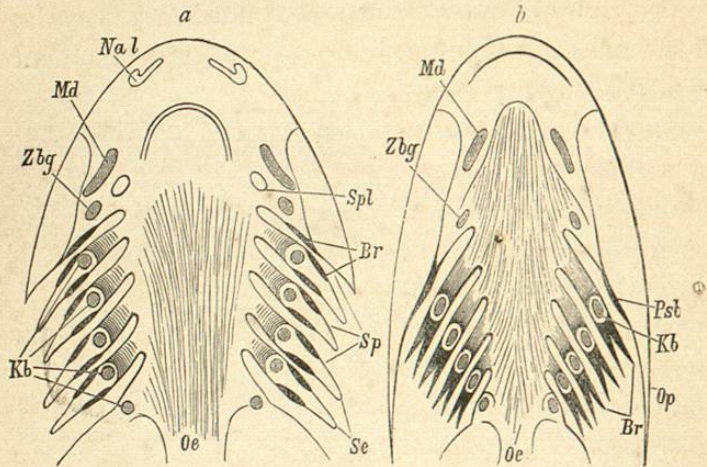


Fig. 894. - Corte horizontal de la cavidad branquial, para descubrir el techo de la misma. - a. De un tiburón. - b. De un teleósteo, según Gegenbaur, modificado. *Na l*, agujero nasal; *Mā*, mandíbula; *Zbg*, arco hióideo; *Kb*, arco branquial; *Oe*, esófago; *Spl*, agujero de desagüe (espiráculo); *Br*, branquia; *Sp*, hendidura branquial; *Se*, tabique de los sacos branquiales; *Pst*, pseudobranquia del opérculo (branquia opercular); *Op*, opérculo branquial.

y ganóideos las laminillas branquiales lanceoladas están situadas sobre los cuatro arcos viscerales, que desempeñan las funciones de arcos branquiales y forman á cada lado cuatro branquias pectiniformes alojadas en una cavidad espaciosa cubierta por el opérculo y la piel. En la cara interna del opérculo existen laminillas branquiales que forman la *branquia accesoria*, y en muchos ganóideos y en la *Chimæra* funcionan como branquias; pero en los teleósteos han perdido este papel respiratorio y quedan reducidas á *pseudobranquias del opérculo*. Entre los sacos branquiales y las branquias pectiniformes alojadas en una cavidad branquial se encuentra el aparato branquial de la *Chimæra*, en el cual el tabique divisorio entre cada dos filas de laminillas pertenecientes á una branquia sólo llega hasta el extremo de ésta, sin llegar á unirse al tegumen-

to, y del borde posterior del hueso hiomandibular sale un repliegue cutáneo que cubre las branquias.

En los embriones de los *plagiostomos* se encuentran branquias externas que salen de las hendiduras de los sacos branquiales, y en el *Protopterus annectens* además de las branquias internas se presentan tres pares de branquias externas rudimentarias.

Se consideran como órganos accesorios de la respiración las cavidades anexas á la cavidad branquial, que aumentan la superficie respiratoria con el desarrollo de una red capilar. Constituyen estas cavidades unas veces espacios laberintiformes fraguados en los huesos faríngeos superiores (*peces laberintiformes*) (fig. 895), y otras expansiones, en forma de saco, de la membrana mucosa de la cavidad branquial (*Saccobranchus*, *Amphipneus*). En el *Lepidosteus* y en los *dipnoicos* se presentan verdaderos pulmones con espacios alveolares internos, tráquea corta y abertura en forma de glotis en la faringe (según Hyrtl es también pulmón la vejiga natatoria del *Gymnarchus*).

La circulación de la sangre roja (en el *Amphioxus* y en los *leptocefá-*

*dos* blanca) se efectúa dentro de un sistema vascular cerrado, del cual forma parte, excepción hecha del *Amphioxus*, una porción muscular pulsátil, ó sea el corazón (fig. 896). Hállase éste situado en la parte anterior del cuerpo, en la región yugular, debajo de la armazón branquial, y está envuelto por una membrana, *pericardio*, cuya cavidad comunica con la cavidad visceral en los plagiostomos, quimeras, esturiones, etc. Es un corazón branquial simple, venoso, compuesto de una aurícula ancha de paredes delgadas y de un ventrículo muscular y muy robusto, separados uno de otro por dos válvulas. La aurícula recibe la sangre venosa que viene de retorno del cuerpo, y el ventrículo la envía á los órganos respiratorios por medio de la aorta ascendente. La aorta empieza por un abultamiento, llamado *bulbo arterioso*, que en los ganóideos, plagiostomos y dipnoicos constituye una tercera parte pulsátil del co-

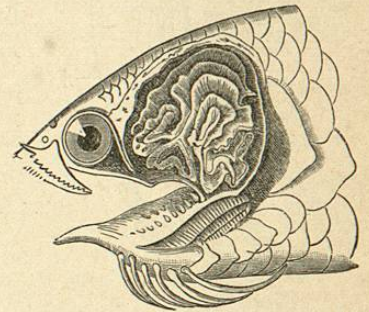


Fig. 895. - Cabeza de *Anabas scandens* (reino animal), levantado el opérculo para dejar visibles los huesos faríngeos superiores.

razón, provisto de filas de válvulas semilunares (*conus arteriosus*). Así como en los peces que tienen el bulbo aórtico simple, no muscular, no hay en su origen más que dos

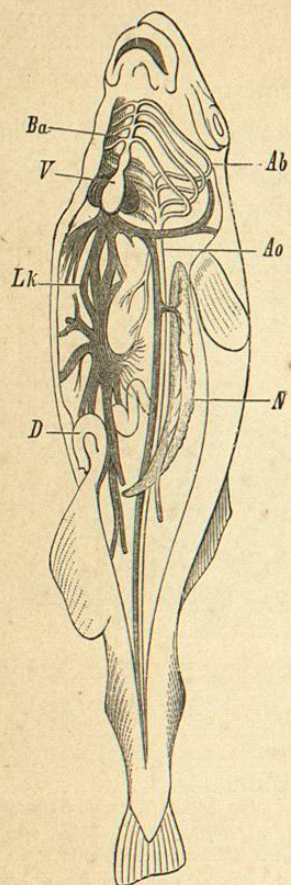


Fig. 896. - Organos circulatorios de un pez óseo (esquema). V, ventrículo; Ba, bulbo arterioso con los arcos arteriales que conducen la sangre venosa á las branquias; Ab, arcos arteriales; Ao, aorta descendente, á la que afluyen las arterias epibranchiales que salen de las branquias; N, riñones; D, intestino; Lk, circulación de la vena porta hepática; Dc, conducto de Cuvier.

de un doble sistema de venas portas. De las ramas de la vena caudal, que en los ciclostomos y selacios se continúa en las venas cardinales, y en muchos teleósteos sólo en la vena cardinal derecha, se forma el sistema de la vena porta del

musculoso, no hay en su origen más que dos válvulas, los órdenes antes citados tienen casi siempre dos ó cuatro y rara vez cinco filas, con tres, cuatro ó más válvulas cada uno en el cono arterial. La aorta se divide en cierto número de pares de arcos vasculares, correspondientes á los arcos aórticos embrionarios, que forman las arterias branquiales, penetran en los arcos branquiales y emiten ramas para formar en las laminillas branquiales la red capilar respiratoria (fig. 81). De esta red vascular salen vasos que confluyen en cada arco branquial para formar una gran vena branquial (arterias epibranchiales). Estas se unen, siguiendo la distribución de las arterias branquiales, y forman la gran arteria del cuerpo (*aorta descendente*), pero emitiendo antes los vasos de la cabeza, que salen de las arterias epibranchiales del arco superior. La distribución de los troncos venosos principales conserva con toda exactitud las condiciones embrionarias. Dos venas *cardinales anteriores* (*venas yugulares*) y dos venas *cardinales posteriores* recogen la sangre venosa y se reúnen en cada lado en un conducto transversal (*ductus Cuvieri*), que desagua en un saco venoso situado detrás de la aurícula. El curso de la sangre venosa de retroceso se complica por la interposición

riñón, desde el cual pasa la sangre á las venas cardinales. A la formación de la vena porta hepática contribuye la sangre venosa del intestino, que por aquel sistema es conducido por una ó varias venas al *seno venoso*, entre los dos *conductos de Cuvier*. Estos sistemas capilares entorpecen considerablemente el movimiento de la sangre, y así se explica la presencia de corazones accesorios en la vena caudal de la anguila y en la porta del mixino.

En el embrión de los peces se halla representado el tronco venoso subintestinal del *Amphioxus*, pero no tardan en agregarse los troncos longitudinales del tronco, *venas cardinales*, situadas al lado de la aorta. Esta relación tiene su representación más primitiva en los *ciclostomos*, entre los cuales el *Petromyzon* conserva la vena intestinal á la vez que las venas cardinales. En las demás especies desaparece aquella vena, al paso que de la vena caudal, como *vena advehens*, se desarrolla un sistema de vena porta renal, y las venas cardinales toman una conformación asimétrica. Agrégase además en los selacios una unión de las dos venas cardinales posteriores, constituida por el desagüe de las venas genitales en el extremo anterior de los riñones. También pueden contraer unión con las venas cardinales posteriores las venas hepáticas, sinuosamente abultadas á su desembocadura en el seno venoso. La complicación aparece prematuramente por razón de la circulación vitelina, puesto que la vena subintestinal se prolonga en el saco vitelino y funciona como vaso aferente (peces óseos), ó bien, como en los selacios, es el vaso aferente una rama de la aorta, y la vena vitelina eferente desagua en la vena subintestinal detrás del hígado.

Los órganos urinarios de los peces son dos riñones (fig. 897) que se extienden á lo largo de la columna vertebral desde la cabeza hasta el extremo de la cavidad visceral, y envían dos uréteres que

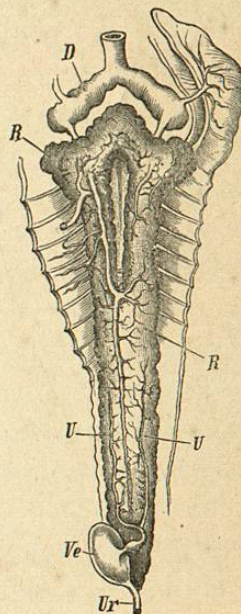


Fig. 897. - Riñón de *Salmo fario*, según Hyrtl. R, riñón; U, uréter; Ve, dilatación á manera de vejiga urinaria; Ur, conducto excretor de la misma; D, ductus Cuvieri.