

todas las demás clases de vertebrados, y se podrían formar clases con los *ciclostomas*, los *selacios* y los *dipnoicos*.

I. CLASE. PECES, PISCES (1)

Animales de sangre fría, acuáticos, escamosos; con crestas nadaderas impares, y aletas pares torácicas y abdominales; casi siempre con respiración exclusivamente branquial, y corazón simple; con una aurícula y un ventrículo; sin vejiga urinaria anterior.

Las particularidades de estructura y organización interior están generalmente en armonía con las exigencias de la vida acuática. Por más que dentro del círculo mismo de los vertebrados conocemos especies que se alimentan y viven en el agua, en ninguna se encuentra la organización tan perfecta y completamente adecuada para la vida acuática como en los peces. El cuerpo es en general fusiforme, más ó menos comprimido, y diversamente modificado en algunas especies. Hay también peces cilíndricos, otros en forma de culebra, otros esféricos, globulosos. Otros son alargados en forma de cinta, y algunos muy comprimidos, cortos, altos y asimétricos (pleuronéctidos). Finalmente, el aplanamiento dorso-ventral da á algunos peces la forma aplanada ó discóidea (*Rayas*).

Contribuyen principalmente á la locomoción de los peces las inflexiones laterales de la columna vertebral, ejecutadas por los vigorosos músculos del tronco, reforzados por las crestas natatorias del dorso y vientre, susceptibles de movimientos de elevación y descenso. Los dos pares de miembros, ó sean las aletas torácicas y abdominales, parecen destinados á servir á manera de timón para dirigir los movimientos. A esta clase de movimiento corresponde la conformación de la columna vertebral. La cabeza se une al tronco inmediatamente y casi siempre con gran solidez, sin el intermedio de una región cervical movable, que sólo serviría de estorbo para la natación. El tronco es rígido en su parte anterior y más

(1) Cuvier y Valenciennes: *Histoire naturelle des poissons*, veintidós vols., París, 1828-1849; J. Müller: *Vergleichende Anatomie der Myxinoïden*, Berlín, 1835-1845; L. Agassiz: *Recherches sur les poissons fossiles*, Neufchatel, 1833-1844; Gunther: *Catalogue of the fishes in British Museum*, Londres, 1859-1870; C. E. v. Baer: *Entwicklungsgeschichte der Fische*, Leipzig, 1835.

movible en la posterior, que se continúa gradualmente con la cola, cuyas vértebras son susceptibles de extensos movimientos y constituyen por lo tanto el principal órgano motor.

El sistema de nadaderas impares corresponde en el rudimento embrionario á un repliegue cutáneo que, en la línea media, se extiende á lo largo del dorso y de la cola hasta el ano; más tarde se interrumpe su continuidad, y queda generalmente dividida en tres partes, á saber: nadadera dorsal (*pinna dorsalis*), caudal (*pinna caudalis*) y anal (*pinna analis*) (fig. 883). Para refuerzo del repliegue cutáneo existen casi siempre radios resistentes, que en los peces óseos son estiletes duros (*acantopterigios*) ó radios blandos y flexibles (*mala-copterigios*). La nadadera caudal está compuesta generalmente de una parte del repliegue dorsal y otra del ventral, pero es muy variable en

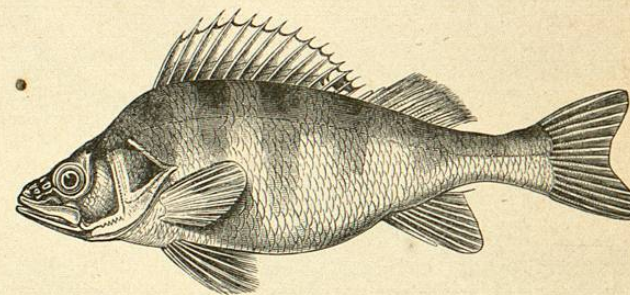


Fig. 883. — *Perca fluviatilis* (reino animal).

cuanto á forma. Cuando son simétricos los lóbulos dorsal y ventral, se da á la nadadera caudal el nombre de *homocerca*, y el de *heterocerca* cuando está mucho más desarrollado el lóbulo ventral, y en este caso la porción caudal de la columna vertebral está casi siempre encorvada hacia arriba (fig. 884 a). Pero en caso de homocercia exterior, el eje esquelético de la cola se eleva hacia el dorso, constituyendo por lo tanto una homocercia interna (fig. 884 b, c, d).

Las nadaderas pares del *tórax* y *abdomen* corresponden á los miembros anteriores y posteriores de los demás vertebrados. Las primeras se fijan á la cabeza inmediatamente detrás de las branquias, mediante una cintura escapular arqueada; al paso que las aletas ventrales están muy cerca de la línea media y colocadas hacia atrás en la región ventral; pero á veces están intercaladas entre las primeras, y más rara vez en la faringe (aletas ventrales, pectorales y yugulares).

La envoltura del cuerpo de los peces rara vez queda completa-

mente desnuda (ciclostomas); por regla general se encuentran en ella escamas, osificación de las papilas dérmicas, completamente cubiertas de epidermis. A menudo son tan pequeñas las escamas que quedan ocultas bajo la piel (*Anguila*), pero casi siempre presentan la forma de láminas duras, más ó menos flexibles, que trazan un gran número de líneas concéntricas y de estrías radicadas, su-

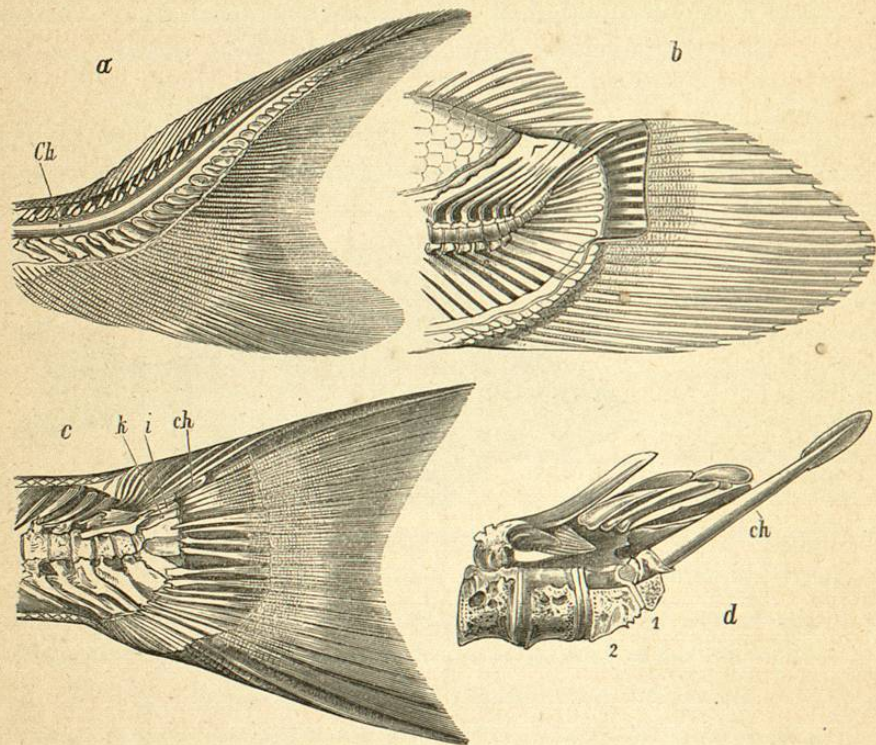
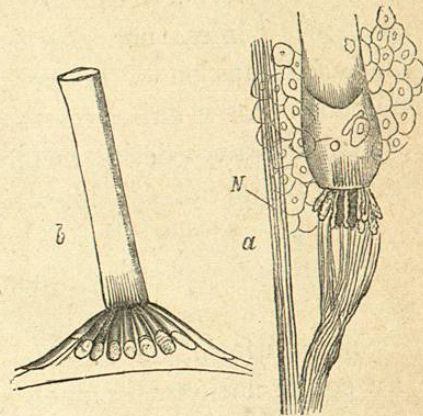


Fig. 884. - a. Nadadera caudal del *Acipenser sturio*. Ch, cuerda. b, de *Amia*. c, de *Salmo*; i, primer radio de la nadadera; k, segundo radio, en la terminación de la cuerda. d. Extremo de la columna vertebral; 1 y 2, último y penúltimo cuerpo vertebral; ch, espigón cordal con placas cartilaginosas. Fig. b, c y d, según Kolliker.

perpuestas como las tejas de un tejado. Según que el borde libre es liso ó dentado, se da á las escamas el nombre respectivo de *ciclóideas* ó *tenóideas*. Se designan con el nombre de escamas *ganóideas* las de forma romboidal ó ciclóidea, que apenas montan una sobre otra y tienen una capa exterior de esmalte; y se llama *placóideas* á las que tienen la forma de gránulos óseos (forma de transición á los dientes) y dan á la piel un aspecto granujiento. En estas diferencias ha fundado Agassiz la división de los peces en *ciclóideos*, *tenóideos*, *ganóideos* y *placóideos*.

Aparecen en la piel de los peces conductos especiales que desembocan al exterior por orificios laterales linealmente situados (*líneas laterales*), que fueron tenidos por glándulas mucígenas hasta que Leydig reconoció en ellas el asiento de un órgano sensitivo (1). En los mixiónidos y esturiones tienen estos órganos la forma de sacos cortos, y en las rayas, tiburones y quimeras son simples tubos, ampuliformes en su principio y dispuestos en líneas que llegan hasta la cabeza. En los teleósteos son tubos ramificados que atraviesan las escamas de las líneas laterales, y forman también líneas en la cabeza (fig. 883). Por la pared de estos conductos pasan nervios que terminan en abultamientos en forma de botón. El revestimiento epitelial de éstos contiene en el centro células cortas, piriformes, que se prolongan hacia arriba en forma de un pelo fino y rígido, y en la base se continúan con el cilindro-eje de una fibra nerviosa (fig. 885).



El esqueleto queda, en su más sencilla expresión, reducido á la *chorda dorsalis*. Esta persiste también en los *mixiónidos*, que presentan ya una caja craneana membrano-cartilaginosa. En el género *Petromyzon* (2) aparecen por primera vez encima de la cuerda piezas cartilaginosas arqueadas, y debajo de ellas en la región caudal láminas cartilaginosas pares y rudimentos de los nervios vertebrales superiores é inferiores. Estos arcos son ya más completos en los esturiones (*Acipenser*) y en los gatos de mar

(1) Véase igualmente Leydig: *Ueber das Organ eines sechsten Sinnes*, Dresde, 1868; F. E. Schultze: *Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien*. *Arch. für mikrosk. Anatomie*, tomo VI, 1870.

(2) Véase igualmente J. Muller, loc. cit., Reichert: *Ueber die Visceralbogen im Allgemeinen*, etc., *Muller's Archiv*, 1837; A. Kolliker: *Ueber die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische*, Würzburg, 1866; C. Gegenbaur: *Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen*. *Jen. naturwissensch. Zeitschr.*, tomo III.

(*Chimera*), en los cuales existe completa la cuerda, envuelta en una vaina muy resistente de tejido conjuntivo. La diferenciación del eje del esqueleto en vértebras distintas aparece por vez primera en los tiburones y las rayas, hallándose en ellos unidos los arcos superiores y los inferiores á los cuerpos cartilagosos de las vértebras por piezas anulares del tejido esquelético, y marcándose la zona de los arcos y la de la cuerda, limitadas ambas por una túnica elástica externa. A medida que avanza el crecimiento de los cuerpos vertebrales, van éstos empujando la cuerda, al paso que van tomando forma biconcava (*amphicæle*) y recibiendo en sus depresiones cónicas una porción que queda generalmente unida á las inmediatas en el centro del cuerpo de la vértebra. En los ganóideos óseos y en los teleósteos se osifican completamente los cuerpos biconcavos de las vértebras (1), y se sueldan con los arcos vertebrales superiores é inferiores correspondientes para formar una vértebra completa. En el tronco se unen las costillas á los arcos divergentes inferiores (hemapófisis), y se agrega frecuentemente la osificación de los ligamentos intermusculares, formando las espinas en forma de Y.

La conformación del cráneo presenta una serie progresiva de grados de desarrollo hasta el cráneo complicado de los teleósteos. En su más sencilla forma se presenta en el cráneo primordial de los ciclostomas, en los cuales aparece una cápsula craneana membrano-cartilaginosa, en cuya parte basilar, de consistencia ósea, termina la cuerda. Dos vesículas óseas, apéndices laterales, en la parte basilar ósea envuelven el órgano auditivo, al paso que dos ramas anteriores se unen con el complicado aparato de los cartílagos de la cara y maxilo-palatinos. En los selacios (fig. 871) se presenta ya un progreso del cráneo primordial, constituido por una cápsula cartilaginosa no dividida en piezas distintas y en cuya base termina la cuerda. En los esturiones (fig. 886) se agregan á la cápsula craneo-cartilaginosa piezas óseas, entre ellas un hueso basilar plano, *parasphenoideum*, y un sistema de huesos de revestimiento de la piel. El primer cráneo óseo aparece alrededor del cráneo primor-

(1) Sólo el género *Lepidosteus* posee una cabeza articular anterior en el cuerpo de las vértebras.

dial de los dipnoicos. En el cráneo óseo de los ganóideos y teleósteos quedan aún restos del cráneo cartilaginoso primordial (sollo y salmón). El punto en que más tiempo persisten es la región etmoidal (*Silurus, Cyprinus*), al paso que en la bóveda y en la base son sustituidos por sedimentaciones óseas sucesivas ó por osificaciones primarias (occipital basilar y laterales, peñasco y alisfenoides).

Excepto en las *Quimeras* y en las *Rayas*, la porción posterior del cráneo se une á la columna vertebral sin articulación, y el *hueso basilar* tiene la depresión cónica y la forma del cuerpo de vértebra. En cambio entre los *occipitales laterales* (que tienen orificios para

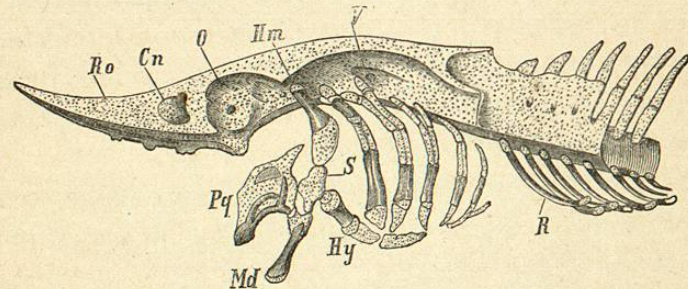


Fig. 886. - Esqueleto del cráneo de esturión, según Wiedersheim. Ro, rostrum; Cn, fosa nasal; O, órbita; Hm, hiomandibular; S, simpático; Pq, palato-cuadrado; Md, maxilar inferior; Hy, hioideos; V, agujero del nervio vago; R, costillas.

el paso de los nervios vago y glossofaríngeo) y el *occipital superior*, notable por una cresta saliente, se encaja un *occipital externo* (*epioticum*). A este hueso se unen el petroso posterior, *opisthoticum* (Huxley), de magnitud y forma muy variables (muy grande en el *Gadus* y pequeño en el *Esox*), y el *prooticum*, que rodea al conducto semicircular anterior y tiene orificios para el paso del *trigémico*. A éstos se agrega el escamoso, hueso de revestimiento destinado á la unión con el *hiomandibular*. La cara inferior de la caja craneana está cubierta por una lámina larga, el hueso *parasphenoideum*. Las paredes laterales del cráneo están formadas por dos pares de huesos, *orbitosphenoideum* y *alisphenoideum* (fig. 784). El par posterior se adapta á las ramas del parasfenoides y se puede reconocer fácilmente por sus orificios para el paso de los nervios del ojo y para la rama orbitaria del *trigémico*. Las piezas del par anterior (orbitosfenoides) se sueldan frecuentemente á la base del cráneo para for-

mar un hueso medio, que se halla representado por un tabique cartilaginoso ó membranoso cuando la cavidad craneana está poco desarrollada. La bóveda craneana está formada por láminas osificables, bajo las cuales rara vez subsisten restos del cráneo primordial. Con el *hueso occipital superior* se unen dos *parietales*, y con éstos el gran *frontal principal* (Cuvier), á los lados del cual se desarrolla el *postfrontal*, que se extiende hasta el *escamoso* y forma parte de la articulación con la mandíbula.

En la región etmoidal encontramos en la prolongación de la base del cráneo un cartílago ó hueso impar, *etmoidal medio*, cubierto en la cara ventral por la gran lámina del *vómer*, que se une al parasfenoides, y dos piezas óseas laterales, *etmoidales laterales* (*præfrontalia*), atravesadas por los nervios olfatorios, y que forman el sostén de las fosas nasales. Finalmente aparecen como huesos dérmicos accesorios, destinados al sostén de los conductos de la cabeza, los *infraorbitarios* y *supratemporales*.

En los *selacios* y *esturiones* empieza á desarrollarse una verdadera armazón maxilar, representada en la región temporal por un pedículo suspensor del maxilar (*hiomandibular*), que fija el arco maxilar al hioides (figs. 871 y 886). La porción superior del arco maxilar (*palato-cuadrado*) está generalmente fija al cráneo por ligamentos que le permiten cierta movilidad. En los peces óseos está el suspensor de la mandíbula dividido en varias piezas y sirve de sustentáculo al opérculo branquial. Forman la parte superior el *hiomandibular* articulado con el cráneo, juntamente con las piezas óseas designadas por Cuvier con el nombre de los *symplecticum* y *tympanicum* (*metapterigóideo*); la media el *preopérculo* y la inferior el *cuadrado* ó *cuadratoyugal*, que contiene la cavidad articular del maxilar inferior. Las láminas óseas adyacentes al borde posterior del *preopérculo* forman el opérculo branquial y se dividen en *opérculo*, *subopérculo* é *interopérculo*. Un hueso que se extiende desde el *metapterigóideo* y el *quadratum* hasta el maxilar superior, corresponde al pterigóideo y se compone generalmente de una pieza externa (*ectopterygoideum*) y otra interna (*entopterygoideum*). Sigue luego el *palatino* y el aparato maxilar superior con el *intermaxilar*, ordinariamente movable, situado en la punta del hocico, y el *maxilar superior*, de forma variable y casi siempre

desprovisto de dientes. Las dos ramas de la mandíbula inferior rara vez están soldadas en la línea media y se dividen por lo menos en una pieza posterior, *hueso articular*, y otra anterior, *hueso dental*, á las que se agregan casi siempre una *angular* y otra *opercular* (fig. 887).

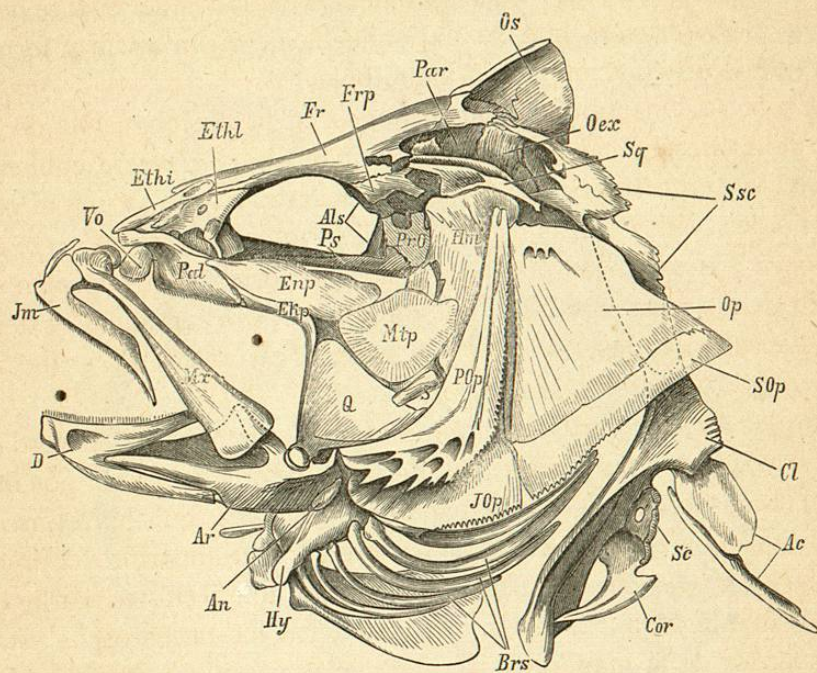


Fig. 887. - Esqueleto cefálico de *Perca fluviatilis* (reino animal). Os, occipital superior; Oex, occipital externo (epioticum); Par, parietal; Sq, escamoso; Fr, frontal; Frp, postfrontal; PrO, prooticum; Als, alisfenóideo; Ps, parasfenóideo; Ethi, etmoidal impar; Ethl, etmoidal lateral (prefrontal); Hm, hiomandibular; S, symplecticum; Q, cuadrado; Mtp, metapterigóideo; Enp, entopterygoideum; Ekp, ectopterygoideum; Pal, palatino; Vo, vómer; Im, intermaxilar; Mx, maxilar; D, dental; Ar, articular; An, angular; Op, opérculo; POp, preopérculo; SOP, subopérculo; IOp, interopérculo; Hy, arco hióideo; Brs, radios branchiostegos; Cl, claviclar; Sc, escapular; Cor, coracóideo; Ssc, supraclavicular; Ac, piezas accesorias.

Detrás del arco maxilar sigue un sistema de arcos similares que rodean la cavidad faríngea; el anterior de ellos, ó arco hióideo, tiene en su borde externo una serie de radios (*radii branchiostegi*) que sirven de sostén á la membrana branquial, y los demás constituyen arcos branquiales y sirven de armazón á las láminas branquiales (fig. 888). En los teleósteos se desarrollan cuatro arcos (rara vez tres) branquiales, y el arco posterior, reducido á su porción ventral, forma los huesos faríngeos inferiores (*pharyngealia inferiora*). Las

piezas óseas superiores de los arcos branquiales, fijas á la base del cráneo, constituyen los huesos faríngeos superiores (*pharyngealia superiora*).

De los dos pares de extremidades (1), las aletas torácicas se fijan al cráneo, en los teleósteos, por medio de la cintura escapular. En los peces cartilagosos esta cintura es un simple fragmento de arco cartilaginoso, unido con el del otro lado en la línea media de la cara ventral.

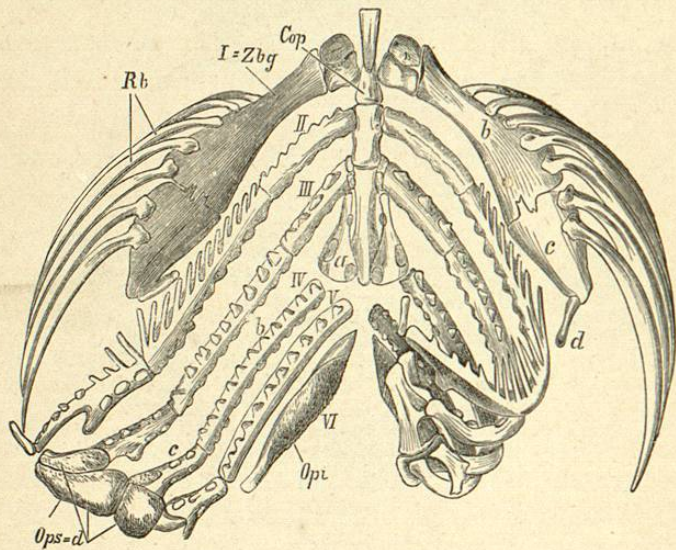


Fig. 888. — Hioides y arcos branquiales de *Perca fluviatilis* (reino animal). I-Zbg, arco hióideo; II-V, arcos branquiales; a, b, c, d, segmentos de los mismos; las piezas más superiores son los huesos faríngeos superiores (*Ops*); VI, *Opi*, huesos faríngeos inferiores; *Cop*, copula; *Rb*, radios branquiostegos.

En los ganóideos cartilagosos, á consecuencia de la aparición de huesos dérmicos (*clavículas*), esta forma primaria pasa ya á la forma secundaria característica de los teleósteos (fig. 887). Agréganse además osificaciones que se producen en el cartilago mismo y forman los huesos llamados *escapular* y *coracóideo* ó al *procoracóideo*.

El esqueleto de las aletas que se fija á la cintura escapular pa-

(1) Véase igualmente C. Gegenbaur: *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 2 fasc., Leipzig, 1865; el mismo: *Ueber das Skelet der Gliedmassen*. *Jen. naturwissensch. Zeitschr.*, tomo V.

rece derivado de la forma de nadaderas llamada *archipterygium*, que persiste aún en el *Ceratodus* en forma de una serie de piezas cartilaginosas del esqueleto axial, provistas en ambos lados de radios

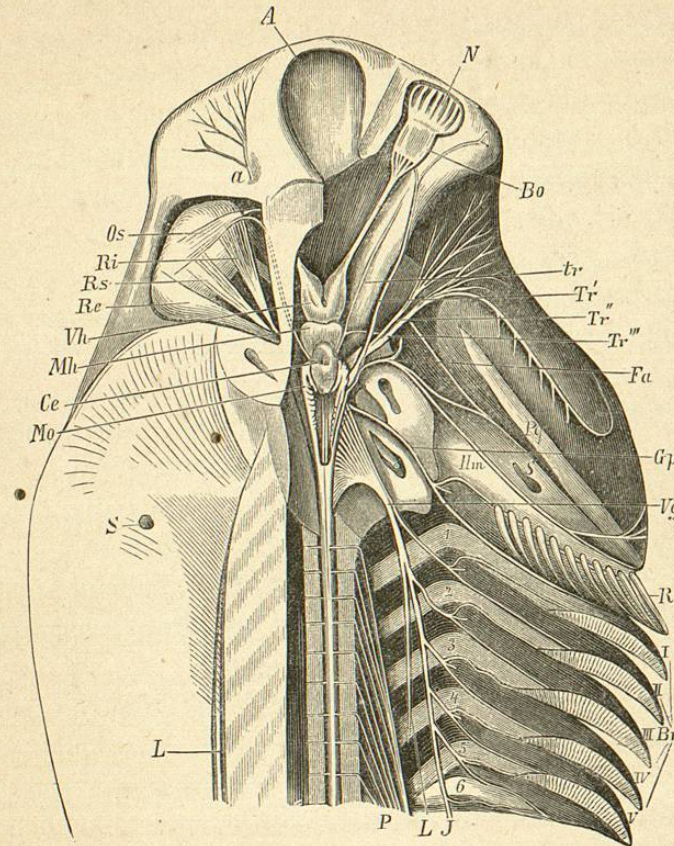


Fig. 889. — Cerebro y parte anterior de la médula espinal con los nervios que de ellos emergen, del *Hexanchus griseus*, según Gegenbaur. A la derecha están aislados los nervios; el ojo derecho ha sido excindido. A, foseta anterior del cráneo; N, cápsula nasal; *Vh*, cerebro anterior; *Mh*, cerebro medio; *Ce*, cerebelo; *Mo*, médula oblongada; *Bo*, bulbo olfatorio; *tr*, nervio patético; *Tr'*, primera rama del trigémino; *a*, rama terminal del mismo en la región etmoidal; *Tr''*, segunda rama; *Tr'''*, tercera rama; *Fa*, facial; *Gp*, glosó-faríngeo; *Vg*, vago; *L*, ramo lateral; *J*, ramo intestinal; *Os*, músculo oblicuo superior; *Ri*, músculo recto interno; *Re*, músculo recto externo; *Rs*, músculo recto superior; *S*, espiráculo; *Pq*, palato-cuadrado; *Hm*, hiomandibular; *R*, radios branquiostegos; I-VI, sacos branquiales; I-6, arcos branquiales; *Br*, branquias; *P*, nervios espinales.

laterales segmentados. Así como en los selacios el esqueleto de las nadaderas está constituido por la serie lateral de radios, vigorosamente desarrollados, en los ganóideos y teleósteos está este esqueleto primario reducido á un corto número de piezas y substituido