

El tegumento cutáneo de los vertebrados está formado de dos capas perfectamente distintas, una superficial, *epidermis*, y otra profunda, *dermis* ó *cutis*. Esta última tiene como capa fundamental tejido conjuntivo fibrilar con algunos elementos musculares, pero sin llegar á formar como en los articulados un estuche músculo-cutáneo completo. Dondequiera que consigan extenso desarrollo los músculos cutáneos sirven exclusivamente para los movimientos de la piel y de sus apéndices, pero sin intervenir en los movimientos del tronco, encomendados á un sistema muscular muy desarrollado alrededor del esqueleto. El dermis se continúa con una capa profunda, más ó menos laxa, de tejido conjuntivo subcutáneo, que encierra diversos pigmentos y además nervios y vasos sanguíneos. En su cara superior forma el dermis pequeñas elevaciones cónicas, ó sean papilas, que revestidas por el epidermis, no sólo constituyen órganos de sensibilidad especial (*órganos del tacto*), sino que tienen importancia para la producción de ciertas partes duras (escamas, dientes). El epidermis es una capa celular con varias estratificaciones, de las cuales las superiores, que son las más antiguas, se desprenden, al paso que las inferiores (*Stratum Malpighii*), funcionando como matriz, entran en activa proliferación para reemplazar las superiores y á veces contienen el pigmento cutáneo. Los diversos apéndices de la piel son unos producciones epidérmicas producidas por procesos especiales de proliferación epidérmica (pelos y plumas), y otros proceden de la osificación de papilas subcutáneas que pueden llegar á formar un caparazón resistente (escamas de los peces y reptiles, caparazón de las tortugas y armadillos).

El centro nervioso está situado en la cavidad dorsal formada por los arcos vertebrales superiores, y se halla constituido por un cordón (*médula espinal*) cuya parte anterior aumenta de volumen y se diferencia notablemente en forma de *cerebro*. El interior de dicho cordón está atravesado por un conducto estrecho, *conducto central*, que comunica con las cavidades ó *ventrículos del cerebro*. El cerebro y la médula espinal son, por lo tanto, partes distintas de un mismo órgano. El cerebro es el asiento de las facultades psíquicas y el órgano central de los órganos de los sentidos, al paso que la médula transmite las excitaciones comunicadas por el cerebro y comunica los movimientos reflejos, pero contiene también focos

centrales de determinadas excitaciones. La masa del cerebro y de la médula espinal aumenta progresivamente á medida que se asciende en la escala animal; pero este aumento se realiza en proporciones desiguales, superando pronto el cerebro á la médula. Los vertebrados inferiores tienen un cerebro relativamente pequeño, cuya masa es considerablemente inferior á la de la médula, y en cambio los superiores presentan la proporción inversa, tanto más acentuada cuanto más perfecta es su organización y más elevado su puesto en la escala zoológica. De la médula salen pares de nervios acondicionados de manera que entre cada dos vértebras sale un par de nervios (*nervios espinales*) con una raíz superior sensitiva y otra inferior motora, hallándose así reproducida una segmentación correspondiente á la de la columna vertebral.

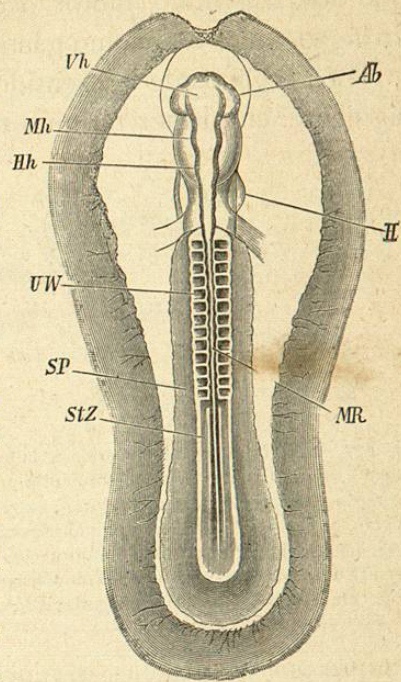


Fig. 876. - Embrión de gallina al fin del segundo día, según Kolliker. *Vh*, cerebro anterior; *Mh*, cerebro medio; *Hh*, cerebro posterior; *Ab*, vesícula óptica; *MR*, tubo medular; *UW*, protovértebras; *StZ*, láminas protovertebrales del mesodermo (zona raquídana); *Sp*, láminas laterales del mesodermo (zona parietal); *H*, corazón.

La disposición de los nervios espinales sufre en el cerebro múltiples complicaciones, que se aumentan con el origen de dos nervios sensitivos, el olfatorio y el óptico. Aunque el cerebro presente diversidades de forma y estructura, se pueden distinguir genéticamente tres vesículas ó regiones principales (fig. 876).

La vesícula anterior corresponde al cerebro (hemisferios y tálamos ópticos); la media (mesocéfalo) á los cuerpos cuadrigéminos, y la posterior (cerebro posterior) al cerebelo y la médula oblongada. La vesícula anterior se subdivide en dos porciones, una superior hendida en la línea media, que forma los *hemisferios* con los ventrículos laterales, y otra posterior, impar, cerebro intermedio, con los *tálamos ópticos* y el contorno del tercer ventrículo (fig. 877). La tercera vesí-

cula cerebral se divide igualmente en dos partes, una anterior corta, cerebelo (*cerebellum*), y otra posterior larga, el postcerebro ó médula oblongada (*medulla oblongata*). En el grado máximo de diferenciación se encuentran doce pares de nervios craneales, que son, además del *olfatorio* y el *óptico*, los nervios motor ocular común, patético, trigémino, motor ocular externo, facial, auditivo, glossofaríngeo, vago ó pneumo-gástrico, accesorio de Willis é hipogloso.

Los órganos de los sentidos siguen por su situación el orden siguiente: en primer término el *órgano del olfato*, constituido casi

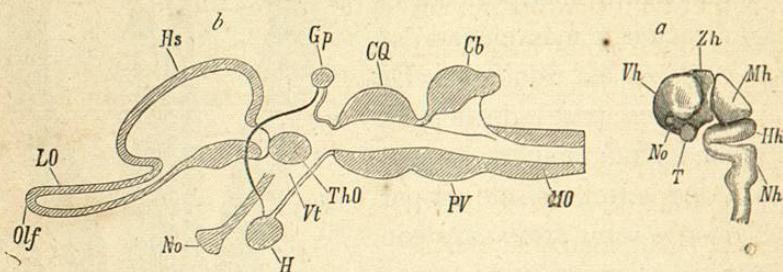


Fig. 877. - a. Cerebro y parte superior de la médula espinal de un embrión humano, visto lateralmente, según Kolliker. Vh, cerebro anterior; Zh, cerebro intermedio; Mh, cerebro medio; Hh, cerebro posterior; Nh, postcerebro; T, extremo anterior inferior del cerebro intermedio; NO, nervio óptico - b. Corte longitudinal esquemático de un cerebro de vertebrado, según Huxley. Hs, hemisferios; LO, lóbulo olfatorio; Olf, nervio olfatorio; ThO, talamo óptico; Vt, tercer ventrículo; No, nervio óptico; H, hipófisis; Gp, glándula pineal; CQ, cuerpos cuadrigéminos; Cb, cerebelo; MO, médula oblongada; PV, puente de Varolio.

siempre por dos fosetas, excepcionalmente reducidas á una (*ciclostomas*), cuyos nervios salen del cerebro anterior y con frecuencia se abultan en su origen en forma de lóbulos (*lobi olfactorii*). En los animales acuáticos, que respiran por branquias, la cavidad nasal es, con raras excepciones (*Myxine*), un saco cerrado, y en los vertebrados que respiran por pulmones se abre en la cavidad bucal por los conductos nasales y sirve á la vez para la entrada y salida de aire en los pulmones. Siguen como segundo órgano de los sentidos los ojos, cuyos nervios proceden del cerebro intermedio y del cerebro medio. Son los ojos siempre pares (véase sobre la estructura del ojo, tomo I, pág. 112), salvo en el *Amphioxus*, en que están sustituidos por una mancha pigmentaria, impar, situada en el extremo anterior del centro nervioso. El *órgano del oído* (1), perteneciente al postcere-

(1) G. Retzius: *Das Gehororgan der Wirbelthiere* Estokolmo, 1881 - 1884.

bro por el origen de su nervio, que puede ser considerado como la raíz sensitiva de un nervio cerebral de doble raíz, falta por completo en el *Amphioxus*. En su forma más sencilla aparece como un saco lleno de líquido y de otolitos (*laberinto membranoso*), cuyo segmento posterior se prolonga ordinariamente en tres conductos semicirculares, al paso que el anterior ó *sacculus* forma una expansión que produce el caracol (fig. 878). Durante el período embrionario el órgano auditivo está constituido de una depresión en forma de foseta, que va profundizándose y se desprende de la piel en forma de una vesícula.

La unión primitiva con la piel sólo se mantiene en los selacios abierta al exterior, y en todos los demás vertebrados está cerrada y constituye el *recessus labyrinthi* (acuoducto del vestíbulo de los mamíferos). A este aparato sensitivo se agregan además otras partes accesorias, como la caja del tímpano y los huesecillos del oído. El sentido del gusto tiene su asiento en el paladar y raíz de la lengua, y es transmitido por las ramificaciones de un nervio cerebral de doble raíz (*glossofaríngeo*), que se distribuye en grupos de células epiteliales modi-

ficadas de una manera especial (*papilas gustatorias*). La sensibilidad general de la superficie del cuerpo y la sensación del tacto son transmitidas por la terminación de fibras sensitivas de los nervios espinales. Además del sistema nervioso cerebro-espinal existe (excepto en el *Amphioxus* y en los ciclostomas) un sistema visceral (*simpático*) formado por ramas especiales de los nervios espinales y craneales, que atraviesan ganglios especiales y envían plexos nerviosos á las vísceras (fig. 99).

En la espaciosa cavidad visceral, situada debajo del eje esquelético, se hallan contenidos los órganos de la nutrición, de la circulación y de la reproducción. El *conducto digestivo* está constituido

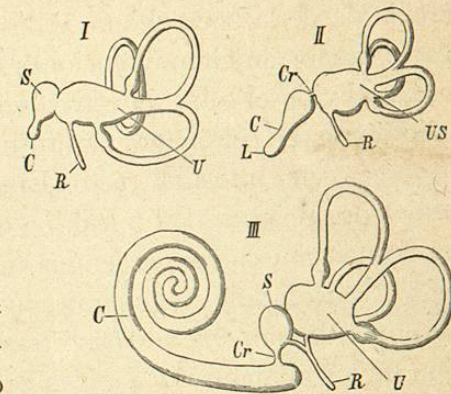


Fig. 878. - Representación esquemática del laberinto, según Waldeyer. I, de pez; II, de pájaro; III, de mamífero. - U, utrículo con los tres conductos semicirculares; S, sacculus; US, alveus communis (utrículo y sacculus); C, caracol; L, lagena; Cr, canalis reuniens; R, acuoducto del vestíbulo (*recessus labyrinthi*).

por un tubo más ó menos largo, que, debajo del cráneo, y rodeado por los arcos viscerales, empieza por la boca y termina en el ano, situado también en la cara ventral á distancia variable del polo posterior del cuerpo, según la longitud de la porción caudal de los vertebrados. El intestino está cubierto en la mayor parte de su trayecto por un repliegue del peritoneo que reviste la cavidad visceral y fijo á la cara inferior del raquis por las dos láminas del mismo, que íntimamente unidas entre sí forman el mesenterio. Por regla general la longitud del intestino supera en mucho la distancia que media desde la boca al ano, y describe por lo tanto un número mayor ó menor de circunvoluciones en la cavidad visceral. Casi siempre se divide el tubo digestivo en tres regiones: el esófago juntamente con el estómago, el intestino delgado con el hígado y el páncreas, y el intestino recto. El esófago empieza en todas las especies por una cavidad bucal, en cuyo fondo se aloja casi siempre un órgano musculoso, la lengua, abundantemente provista de nervios y considerada en general, con razón, como el órgano del gusto, pero que desempeña además otras funciones relativas á la prehensión de los alimentos, y á veces llega casi á perder por completo la aptitud gustatoria. La cavidad bucal está rodeada, excepto en el *Amphioxus* y en los *ciclostomas*, por los arcos esqueléticos que constituyen el aparato maxilo-palatino y la mandíbula inferior, susceptible esta última de ejecutar extensos movimientos, al paso que el aparato maxilo-palatino tiene sus piezas sólidamente unidas entre sí y á los huesos del cráneo, pero á veces puede ejecutar movimientos de desliz. Las mandíbulas obran de arriba á abajo, al contrario que las de los artrópodos. Ordinariamente están armadas de dientes, papilas osificadas (dentina) de la membrana mucosa bucal revestidas de una producción epidermóidea (esmalte) (fig 879), soldadas unas veces directamente al hueso de las mandíbulas ó implantadas otras por una ó más raíces en alvéolos especiales de las mandíbulas. En los vertebrados superiores sólo existen dientes en las mandíbulas superior é inferior, al paso que en los vertebrados inferiores pueden aparecer en todos los huesos que circundan la cavidad bucal. En muchas especies faltan por completo los dientes. En los pájaros y en las tortugas se hallan sustituidos por un revestimiento córneo de los bordes cortantes de las mandíbulas (pico),

y la ballena tiene en el paladar láminas córneas, conocidas con el nombre de ballenas ó barbas de ballena.

El tubo intestinal contiene en sus diferentes secciones glándulas independientes, cuyas secreciones se mezclan con el contenido intestinal. En la boca se mezcla con el alimento ingerido la saliva, líquido segregado por un número mayor ó menor de glándulas salivales que se atrofian ó faltan por completo en muchos animales acuáticos. En el primer tramo del intestino delgado se evacuan la bilis y el jugo segregado por el *páncreas*, muy importante para la digestión. La bilis es producto de secreción del hígado, glándula voluminosa por la cual atraviesa la sangre venosa de las vísceras al regresar al corazón (circulación de la vena porta). En el *Amphioxus* el hígado está reducido á un saco ciego del intestino y el páncreas falta por completo, lo mismo que en algunos otros peces. El intestino delgado, encargado de la absorción de

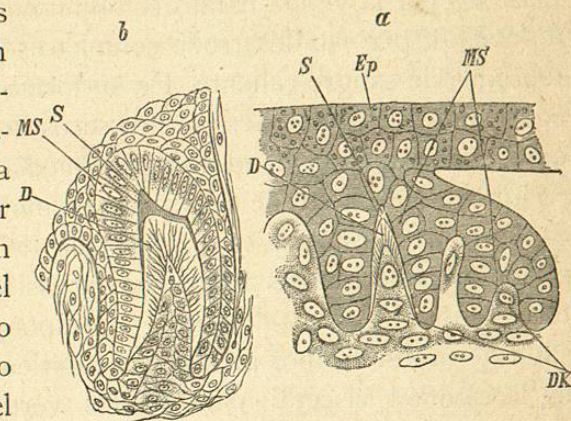


Fig. 879. - Desarrollo de los dientes del *Triton*, según O. Hertwig. *a.* Primeros periodos del desarrollo dentario, á la derecha el primer rudimento. *b.* Periodos más avanzados del desarrollo. *DK*, germen de la dentina (papila dérmica); *MS*, membrana del esmalte proliferación epitelica; *D*, dentina; *S*, esmalte; *Ep*, epitelio de la cavidad bucal.

los jugos, se distingue no sólo por su longitud considerable, que forma numerosas circunvoluciones, sino también por la presencia en su interior de pliegues y vellosidades que aumentan considerablemente la superficie de absorción. La porción terminal se distingue casi siempre por su amplitud y por su vigorosa musculatura (intestino grueso y recto).

Todos los vertebrados tienen *órganos respiratorios*, branquias en unos y pulmones en otros. Las primeras, en forma de líneas dobles de laminillas lanceoladas, tienen su sitio en los lados de la faringe, detrás de los arcos branquiales, y se hallan fijas, excepto en los ciclostomas, sobre arcos viscerales. Entre estos arcos se encuentran siempre hendiduras más ó menos anchas que comuni-

can inmediatamente con la faringe y dan paso al agua, que penetra en la cavidad branquial y bañando las branquias sirve para la respiración. Por el lado externo están las branquias cubiertas por un repliegue de la piel ó por un opérculo branquial, en cuyo borde inferior ó posterior queda una hendidura para el paso del agua que sale de la cavidad branquial. Las branquias pueden, sin embargo, quedar al descubierto en forma de apéndices externos (anfibios y embriones de los selacios). En vertebrados inferiores se encuentran ya pulmones á la vez que branquias, y en los peces se hallan reemplazados por la vejiga natatoria, órgano morfológicamente análogo á aquéllos; pero su desarrollo completo sólo se observa en los vertebrados de sangre caliente. En su forma más elemental se hallan constituídos los pulmones por dos sacos llenos de aire que se abren en el fondo de la cavidad faríngea mediante un conducto común (tráquea). La pared de los sacos pulmonares contiene los vasos capilares respiratorios, y la presencia de pliegues y elevaciones secundarias destinadas á dar más extensión á la superficie respiratoria, le da el aspecto de un órgano esponjoso atravesado por multitud de tubos. Ambos pulmones se extienden á gran profundidad en la cavidad visceral, pero en los vertebrados superiores sólo ocupan la porción anterior de dicha cavidad, ó sea la cavidad torácica, más ó menos completamente separada de la porción posterior, ó cavidad abdominal, por un tabique transversal (diafragma). La respiración aérea supone una renovación constante del medio respirable, ó sea un cambio continuo de aire respirado, saturado de ácido carbónico, por aire atmosférico ricamente oxigenado. Este cambio se realiza de diferentes modos, mediante aparatos mecánicos encargados de ejecutar los movimientos llamados respiratorios. En todos los animales vertebrados que respiran aire, pero con mayor perfección en los mamíferos, estos movimientos consisten en una alternativa rítmica de dilatación y estrechamiento del tórax. En la entrada del conducto que conduce el aire á los pulmones se une al órgano respiratorio el *órgano de la voz*, ó *laringe*, modificación de la parte superior de la tráquea, con las cuerdas vocales, y una hendidura que comunica con la faringe y puede cerrarse mediante la epiglotis.

Los *órganos circulatorios* están conformados en estrecha rela-

ción con los órganos respiratorios. Forman siempre un sistema vascular cerrado, por el que circula sangre roja (sólo en el *Amphioxus* y en los leptocefálicos es la sangre blanca). La coloración roja de la sangre, considerada antiguamente como carácter esencial de la sangre (animales dotados de sangre, de Aristóteles), es debida á la presencia de un cúmulo de globos sanguíneos, corpúsculos discóides aplanados, que son los portadores de la materia colorante (*hemoglobina*) y distribuyen el oxígeno por los tejidos. Juntamente con los glóbulos rojos existen en la sangre pequeñas células blancas, corpúsculos blancos amibóides (fig. 27).

Excepción hecha del *Amphioxus*, cuyos grandes troncos vasculares tienen movimientos pulsatorios, en todos los demás animales vertebrados se desarrolla una parte especial del sistema vascular formando el corazón. Se halla este órgano situado en la parte anterior de la cavidad visceral y en su rudimento primitivo exactamente en la línea media; tiene forma cónica y está rodeado por una bolsa llamada pericardio. La situación de los troncos vasculares principales y su unión con el corazón se conduce, en su expresión más simple, del modo siguiente. Una *arteria vertebral* voluminosa corre á lo largo de la columna vertebral y emite á derecha é izquierda numerosas ramas laterales, que corresponden á la segmentación de la columna vertebral. Por debajo de ella se prolonga por la región caudal una vena impar (*vena caudalis*), y en la cavidad visceral dos *venas vertebrales* (*venas cardinales inferiores*), á cuya formación concurren ramas venosas laterales que proceden directamente de la red capilar de las ramas arteriales. Las otras venas principales son la *vena cava inferior*, distinta de las venas vertebrales y que recibe las venas hepáticas; la vena ó las dos venas cavas superiores (*venas cardinales superiores*). La sangre venosa que desde todo el cuerpo llega á la parte del corazón llamada *aurícula* (*atrium*) pasa al *ventrículo*, cavidad de paredes musculosas cuyas contracciones la impelen indirectamente á la arteria vertebral. Del ventrículo parte una arteria ascendente (*aorta ascendens*), que se divide en arcos aórticos, laterales y transversalmente dirigidos, que por debajo de la columna vertebral se reúnen á la porción anterior de la aorta descendente (fig. 72).

La complicación de este sistema de arcos aórticos sufre diver-