

# Anatomía y Función

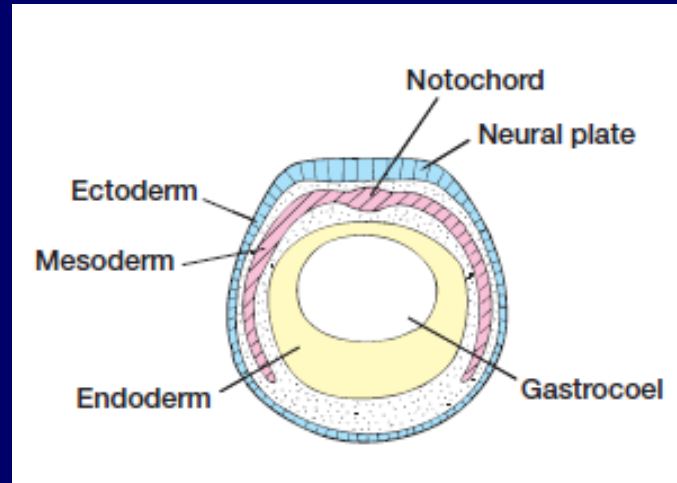
Desarrollo Embrionario  
Órganos de los sentidos  
Sistema Endócrino

# Desarrollo Embrionario

## El desarrollo embrionario se extiende desde la fecundación hasta el nacimiento

Temprano en el desarrollo las células del embrión se separan en tres capas germinales primarias:

**Ectodermo**  
**Endodermo**  
**Mesodermo**



- Cada capa da lugar a regiones específicas que forman los órganos corporales
- Aunque el desarrollo embrionario es un proceso continuo, se reconocen etapas en esta progresión.

Cigoto/Mórula/Blástula/Gástrula/Neurula

- El embrión primero se organiza en las capas germinales básicas y luego pasa a la organogénesis

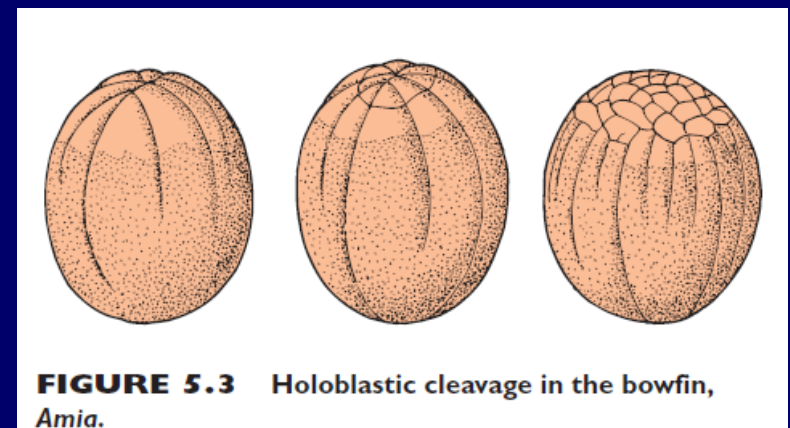
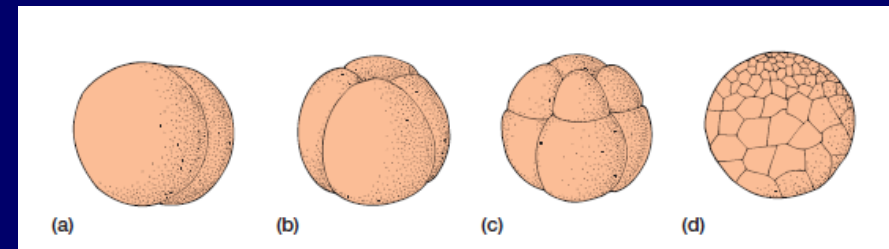
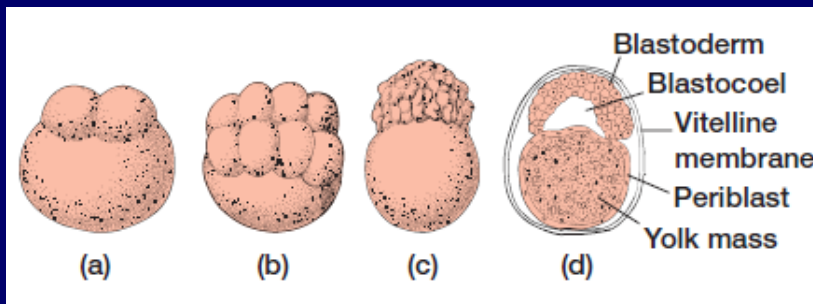
## El principio

En el ovario, el óvulo ya empieza a acumular **vitelogenina**, una forma de transporte de la yema formada en el hígado de la hembra.

Una vez en el óvulo, la **V** se transforma en plaquetas de yema que consisten en paquetes de almacenamiento de nutrientes.

Su cantidad depende de la especie: **Microlecíticos**, **Mesolecíticos**, **Macrolecíticos**.

Cleavage Pattern	Yolk Accumulation	Representative Animals
Holoblastic	Microlecithal	Amphioxus, eutherian mammals
	Mesolecithal	Lampreys, bowfins, gars, amphibians
Meroblastic	Macrolecithal	Elasmobranchs, teleost fishes



**FIGURE 5.3** Holoblastic cleavage in the bowfin, *Amia*.

## **Nutrición del Feto:**

### Distribución de la YEMA

La yema puede estar distribuida equitativamente (isolecíticos) o concentrada en un polo del huevo (telolecíticos). En este caso el huevo muestra polaridad definida por un polo vegetal (donde esta la yema) y un polo animal (donde está el núcleo haploide).

### Tipo de Nutrición

Yema: lecitotróficos. Transferencia directa a la conexión con el tubo digestivo o a través de arterias y venas vitelinas que proveen la conexión vascular entre embrión y yema.

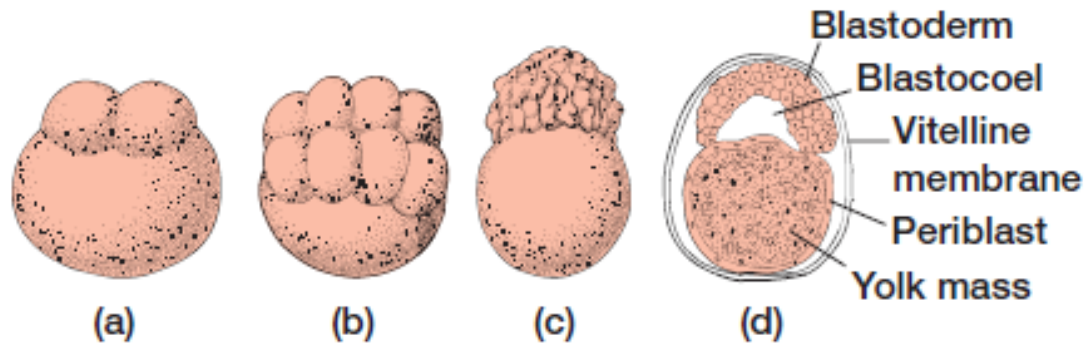
Fuentes alternativas: matrotroáficos.

## **Fecundación**

Restablecimiento de la diploidia y activación del **CLIVAJE**

Sucesivas mitosis ocurren en este periodo donde el embrión no crece en tamaño y el cigoto se transforma en una solida masa de células MORULA. Finalmente esta masa se deja un espacio en el centro y se forma la BLASTULA. Se llaman blastomeras a las células que la constituyen

En los embriones donde la yema es muy abundante la división celular esta frenada y solo una parte de citoplasma se divide; clivaje Meroblástico. En casos extremos como en muchos peces el clivaje es discoidal ya que el polo vegetal esta completamente ocupado por la yema.



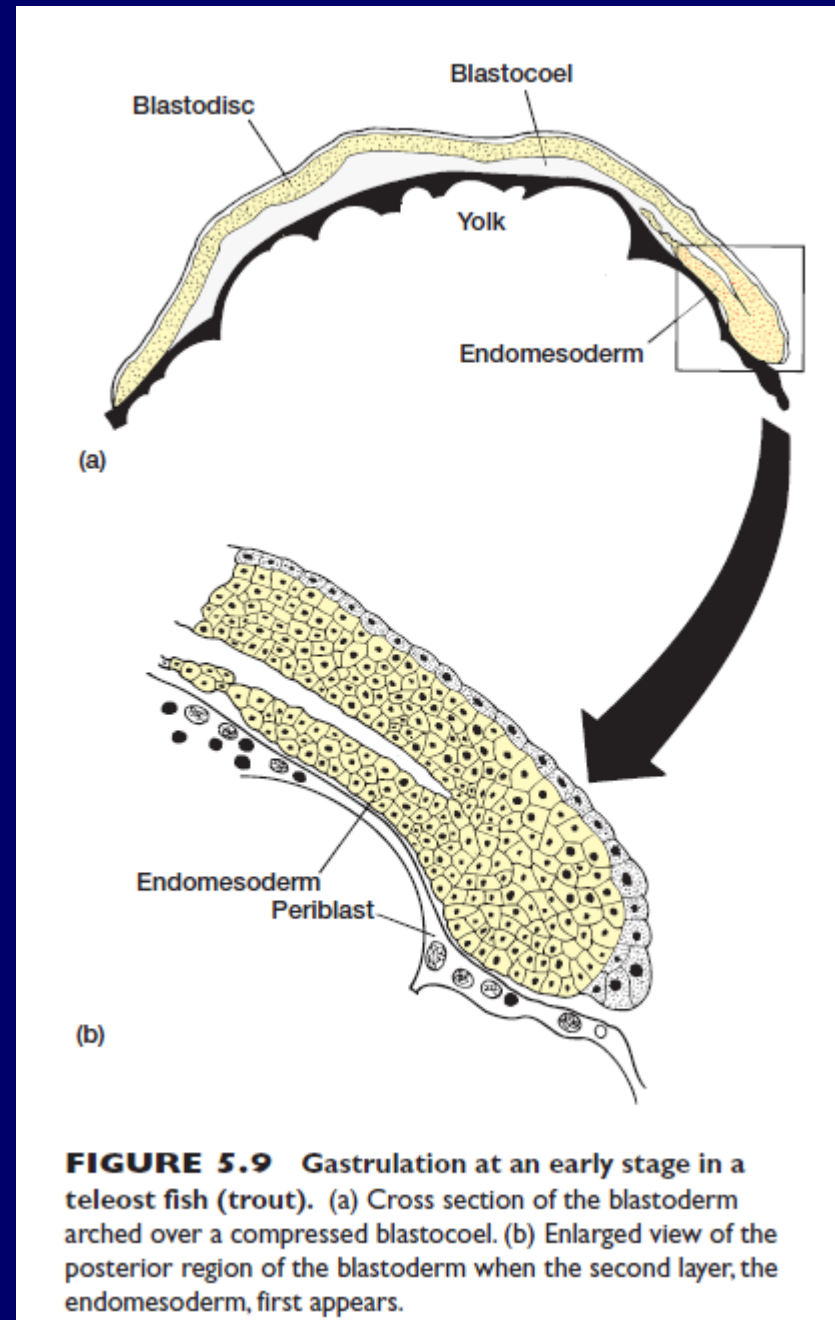
**FIGURE 5.4** Discoidal cleavage in a teleost (zebra fish). (a) Cleavage begins with the appearance of the first mitotic furrow. After successive mitotic divisions (b), the blastula (c) results. (d) Cross section of the blastula. A cap of blastoderm rests on the uncleaved yolk mass, and a vitelline membrane is still present around the entire blastula.

El clivaje en Teleósteos produce dos poblaciones de células:

- **Blastodermo** o blastodisco o disco embrionario ya que formará el embrión.
- **Periblasto** o capa sincitial que se adhiere cercanamente a la yema y ayuda a movilizarla hacia el embrión.

Debido a que los ingredientes en el huevo original polarizado están distribuidos de manera despareja, cada célula mantiene una mínima cantidad diferente de composición citoplasmática, la cual lleva durante la migración (de las células) a nuevas posiciones dentro del embrión.

Durante la Gastrulación la mayoría de las células arriban a su destino final. Y alguna de la habilidad inicial de diferenciarse en diferentes caminos se ha estrechado.



**FIGURE 5.9** Gastrulation at an early stage in a teleost fish (trout). (a) Cross section of the blastoderm arched over a compressed blastocoel. (b) Enlarged view of the posterior region of the blastoderm when the second layer, the endomesoderm, first appears.

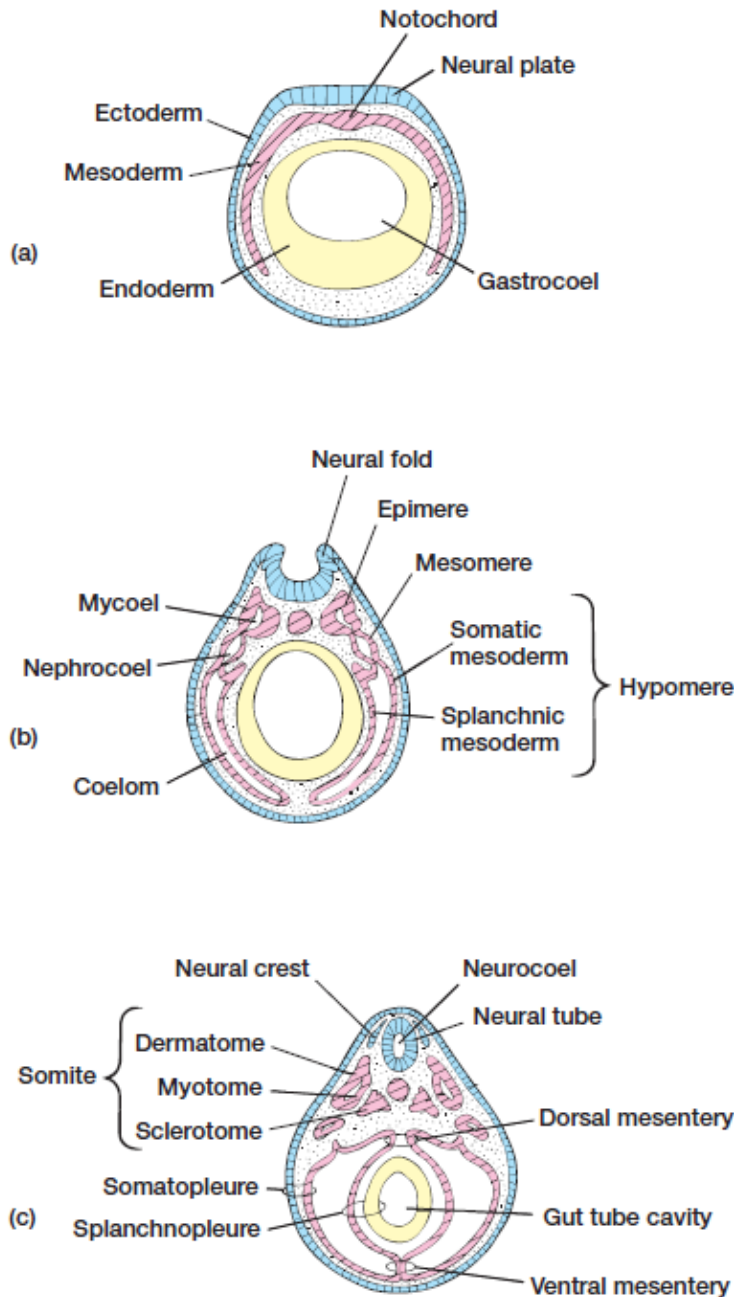
## Gastrulación y Neurulación

**G.-** Proceso por el cual el embrión forma un tubo endodérmico que constituye el tubo digestivo temprano (espacio interno Archenterón)

**N.-** Proceso de formación un tubo ectodérmico el Tubo Neural (espacio interno Neurocele).

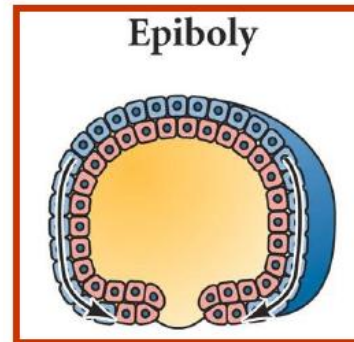
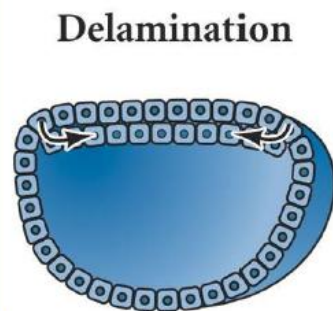
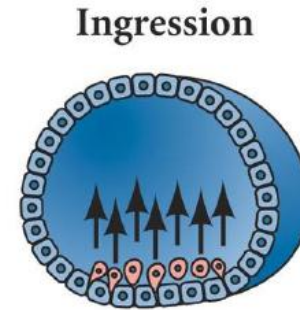
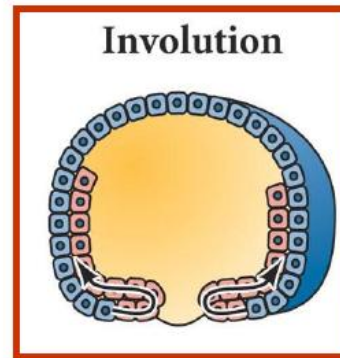
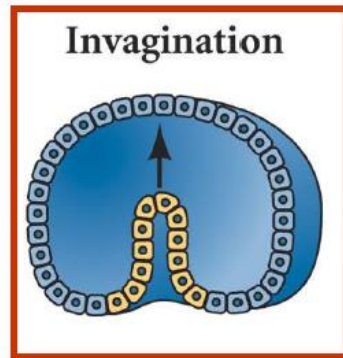
**G y N:** durante estos procesos las tres capas germinales pasan a ocupar su posición inicial característica: ectodermo externo, endodermo cubriendo el interior del tubo digestivo temprano y mesodermo entre ambos (formación del celoma).

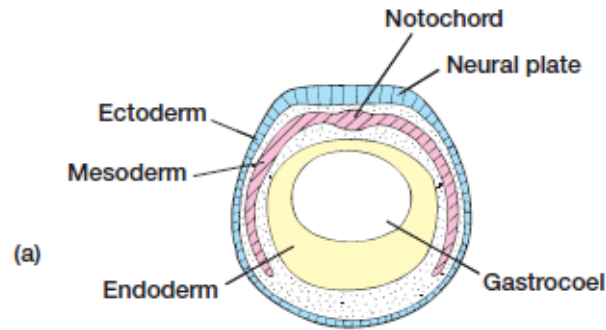
**G** es caracterizada por un reordenamiento mayor de células. Al final grandes poblaciones de células originalmente en la superficie de la blástula se dividen y desparraman hacia el interior del embrión.



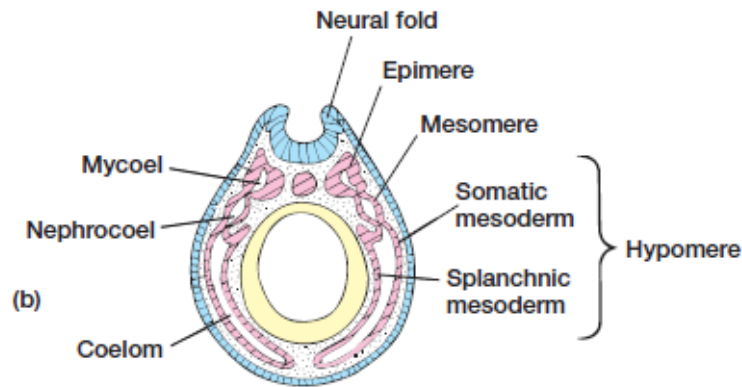


En este proceso las células se pueden desparramar a través de la superficie exterior como una unidad (EPIBOLIA), o internarse y luego desparramarse sobre la superficie interna (INVOLUCION), o una pared de células puede plegarse (INVAGINACION), capas de células pueden separarse en capas paralelas (DELAMINACION), o células superficiales individuales pueden migrar al interior del embrión (INGRESIÓN).

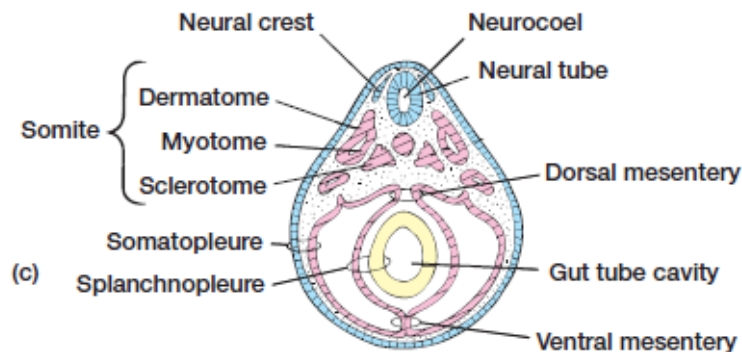




(a)



(b)



(c)

La manera mas común de Neurulación es la Neurulación Primaria donde el Tubo Neural se forma a través del plegamiento del ectodermo dorsal, formando la placa neural

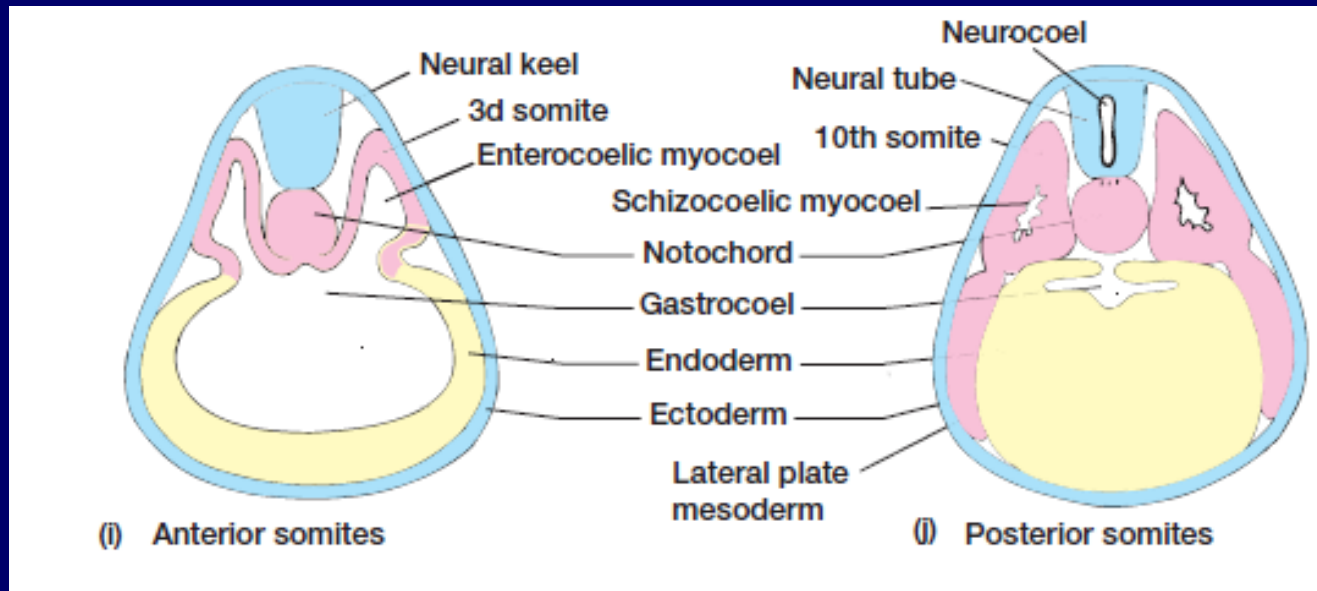
En Condriktios y peces pulmonados los márgenes de la placa neural crecen luego hacia arriba en crestas paralelas que constituyen los pliegues neurales. Que finalmente se encuentran y fusionan en la línea media dorsal, formando el tubo neural que encierra al Neurocele

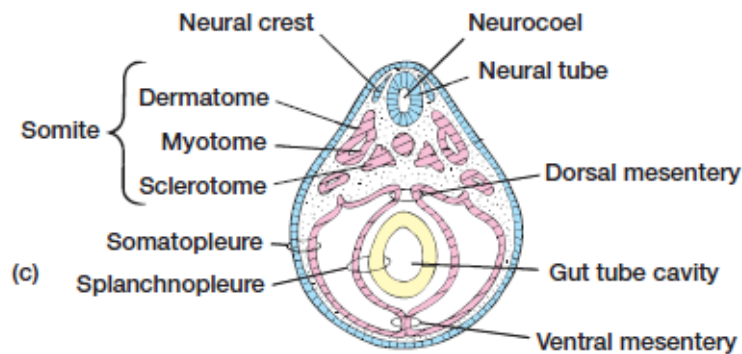
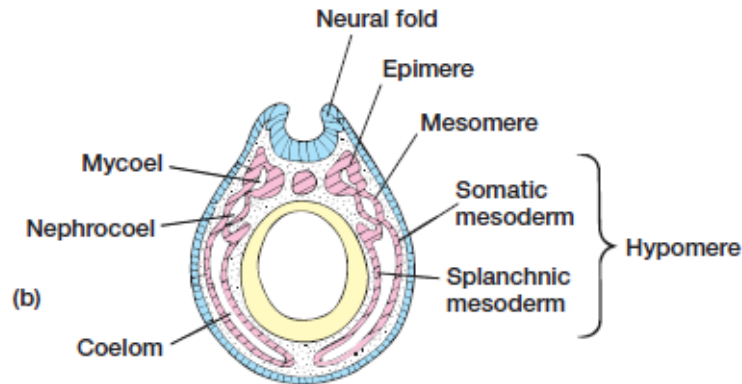
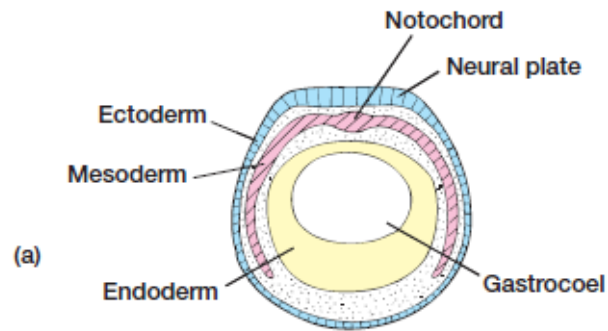
En este momento además, algunas células se separan y forman una población celular diferente, **la cresta neural**

En lampreas y Teleósteos la placa neural no forma directamente una cuerda nerviosa tubular mediante el plegado, sino que por un proceso de neurulación secundaria donde el neurocele aparece vía cavitación dentro de una cuerda dorsal solida.

Específicamente la placa neural engrosada se hunde a lo largo de la línea media dorsal formando directamente un bastón solido de células ectodérmicas, la quilla neural. Luego por cavitación dentro de ella se forma el tubo neural.

En estos grupos las células de la cresta neural se segregan desde los bordes dorsoalterales de la quilla neural.



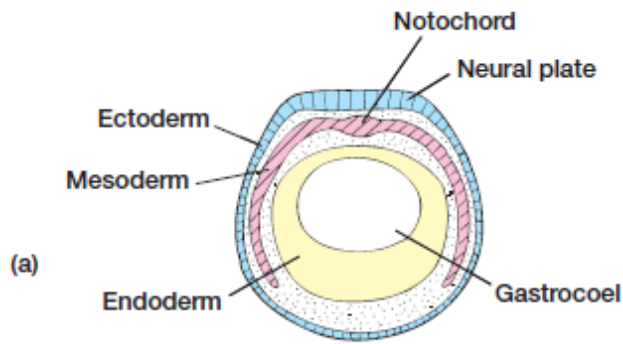


El endodermo se deriva de células que se mueven hacia adentro desde la superficie de la blástula.

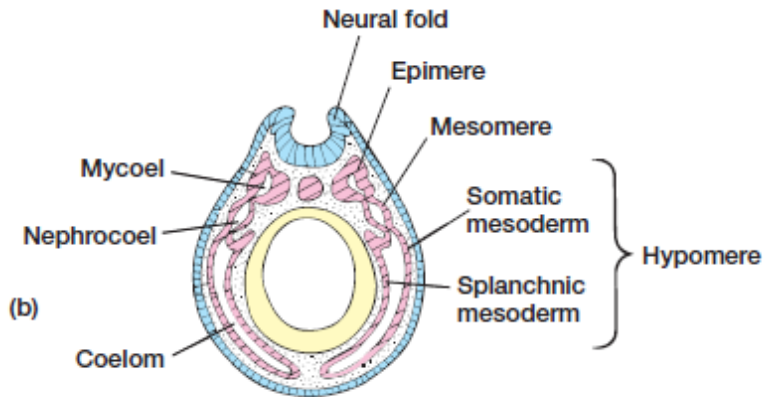
El endodermo forma las paredes de un TD simple, pero luego por evaginaciones y sus interacciones con otras capas germinales producen las glándulas asociadas y sus derivados.

El mesodermo también se deriva de las células que entran desde la superficie de la blástula. Las células mesodérmicas proliferan a medida que se expanden hacia una hoja de tejido alrededor del interior del cuerpo entre el ectodermo y el endodermo.

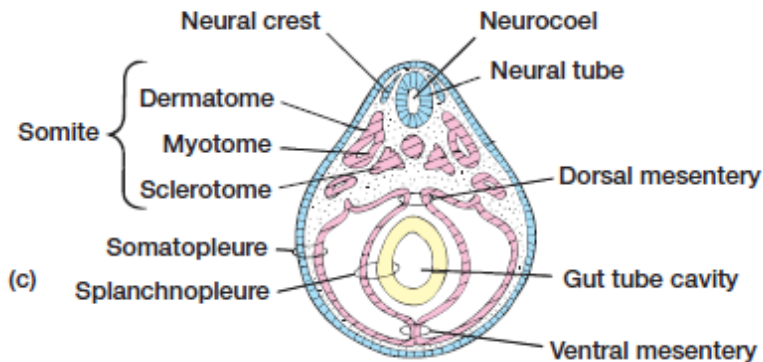
La notocorda surge de la línea media dorsal entre la hojas laterales de mesodermo.



(a)



(b)



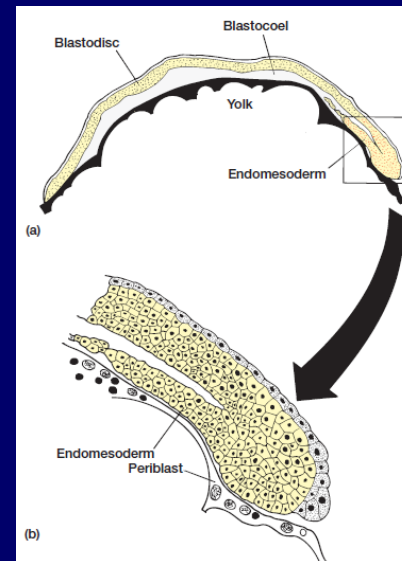
(c)

Parte del mesodermo forma un par de condensaciones cilíndrica a lo largo de la notocorda, los somitmeros, los que luego se fragmentan y forman los somites.

Los de la cabeza forman los musculo de la cara, mandíbulas y faringe (en asociación con algunas células de la cresta neural).

Los del tronco contribuyen a la musculatura de la piel, del cuerpo y a formar las vertebras.

Otras porciones contribuyen a la formación de diferentes órganos como el riñón.

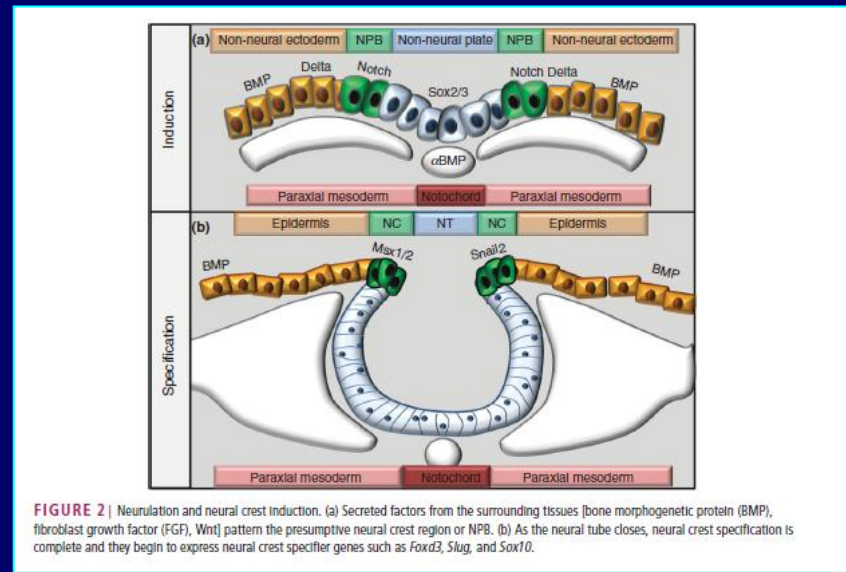
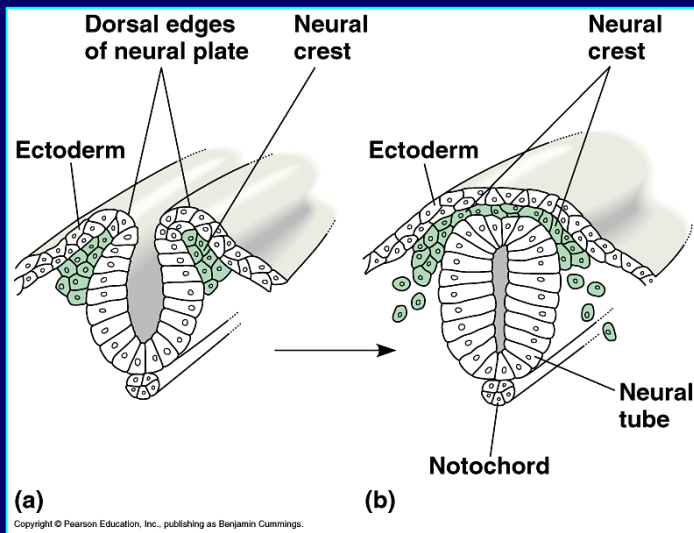


(a)

(b)

El ectodermo se pliega sobre si mismo y forma el tubo neural, el cual da lugar a casi todas las neuronas y glía (50% de las células en el adulto).

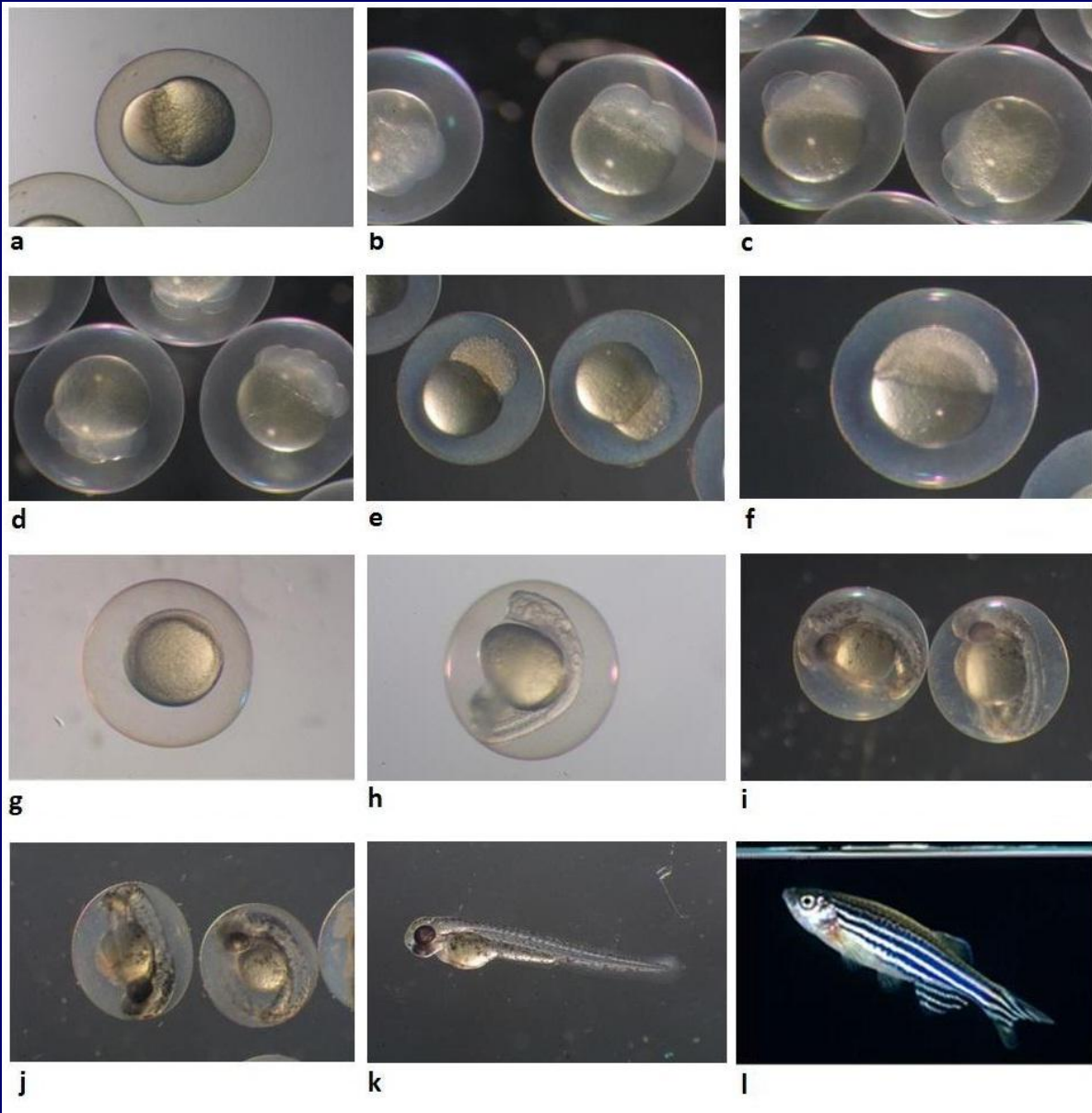
El ectodermo forma una capa continua sobre el tubo neural el cual se cierra en ambos extremos. La luz forma los ventrículos del cerebro anteriormente y el canal de la cuerda dorsal caudalmente.



Las células nerviosas indiferenciadas dentro de la cresta neural desarrollan procesos que crecen hacia la periferia (aférentes) e invaden el tubo neural (eferentes).

El desarrollo de los oligodendrocitos (centralmente) y de las células de Schwann (periféricamente) en esta etapa parece subyacer el éxito de los Gnatostomados, ya que estas células producen la mielina.



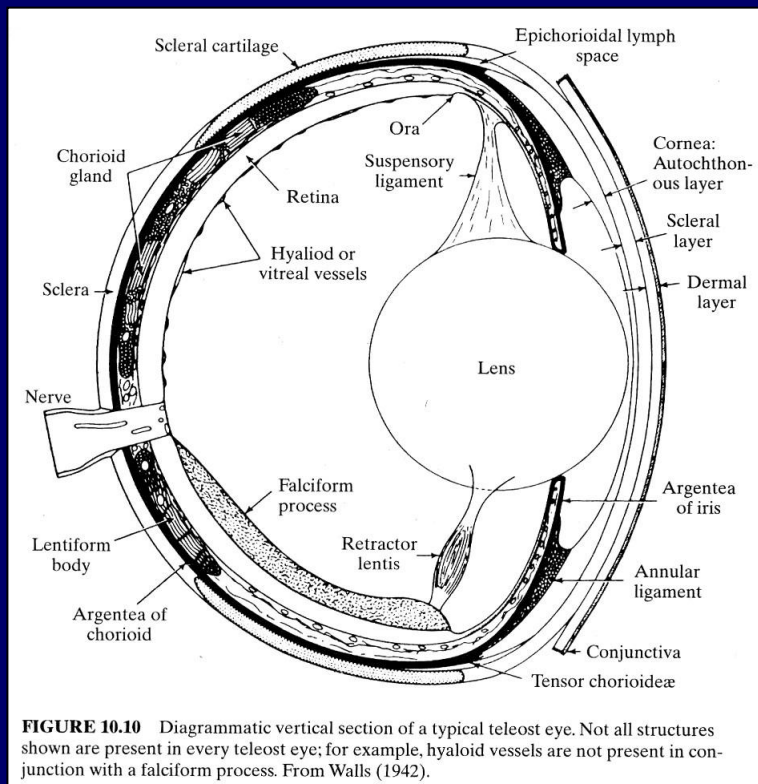


## **Pez Zebra *Danio rerio***

- a- Zigoto, una célula, 0 -1 h.
- b- Dos células,  $\frac{3}{4}$  hs.
- c- Cuatro células, 1 h.
- d- Ocho células, 1  $\frac{1}{2}$  hs.
- e- Blástula media, 256 células, 2  $\frac{1}{2}$  hs.
- f- Gástrula -epibolia50%, 5  $\frac{1}{4}$  hs.
- g- Gástrula – escudo embrionario, 6 hs.
- h- Embrión de 24 hs.
- i- Embrión de 48 hs.
- j- Periodo de eclosión – Embrión de tres días
- k- Larva post-eclosión, más de 72 hs.
- l- Adulto

# Órganos de los Sentidos





**FIGURE 10.10** Diagrammatic vertical section of a typical teleost eye. Not all structures shown are present in every teleost eye; for example, hyaloid vessels are not present in conjunction with a falciform process. From Walls (1942).

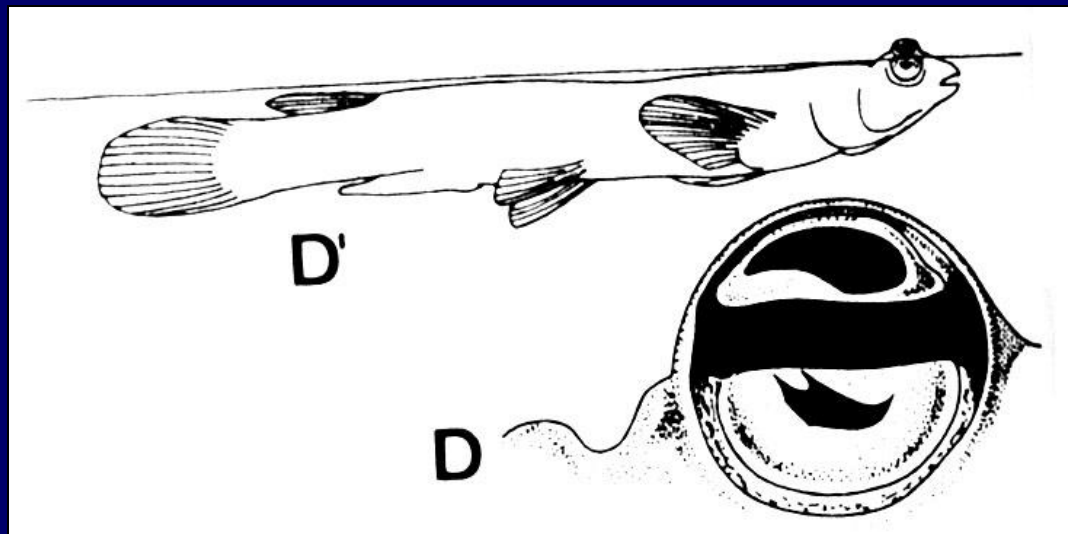
## Visión

- Visión bien desarrollada, imagen enfocada mediante movimientos del Cristalino.
- Peces con hábitos diurnos: ojos bien desarrollados, 1/5 de la cabeza.
- Peces crepusculares y nocturnos que cazan utilizando principalmente la vista y algunos peces de profundidad: hasta 1/3 a 1/2 de la cabeza. Pupilas amplias y un número enorme de conos (hasta 20 millones por mm<sup>2</sup>) en la retina ayudan a aumentar la sensibilidad en estos ojos.
- Los peces nocturnos o de profundidad que se apoyan en otros órganos sensitivos tienen ojos reducidos.
- Peces carnívoros tienen ojos más grandes que los herbívoros.

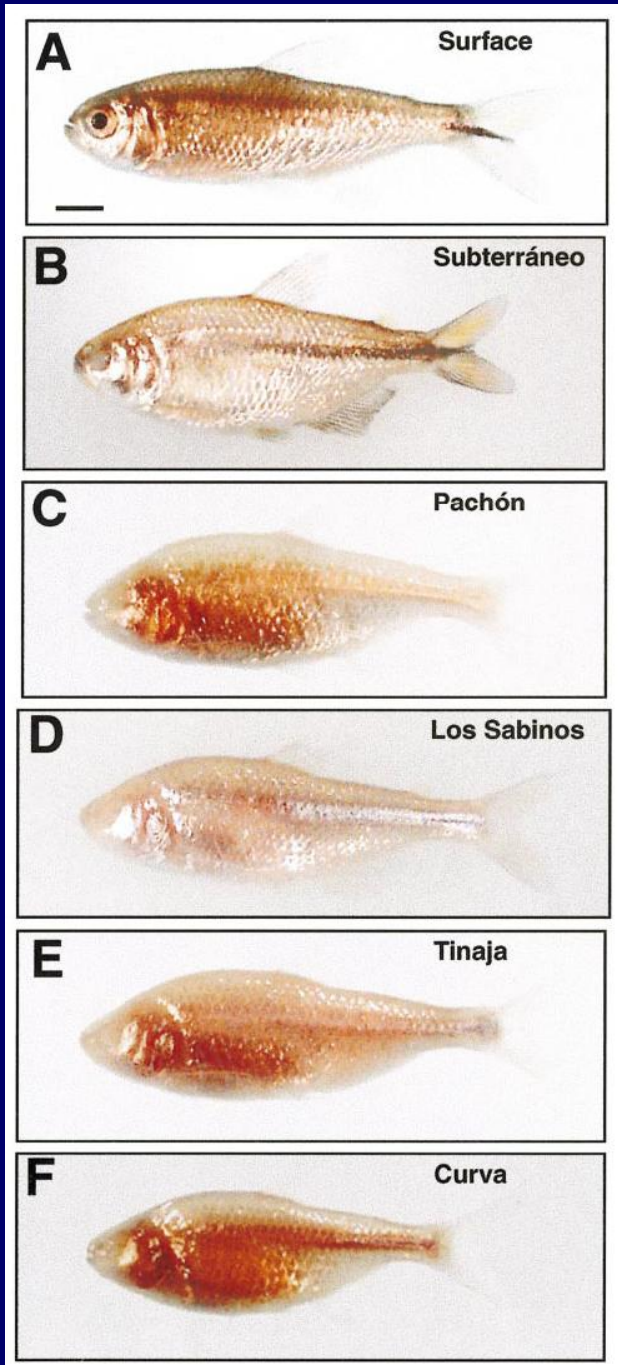
Algunos peces abisales tienen adaptaciones bastante asombrosas:

*Echiostoma* posee cristalinos amarillos, fotósforos y pigmentos visuales rojos. Objetos, potenciales presas o predadores, que son iluminados por la luz roja proveniente de *Echiostoma* u otros peces que generan luz roja son visibles para este pez. Como la mayoría de los peces abisales son insensibles a la luz roja y no pueden ver los fotósforos rojos, estos géneros tienen una ventaja sobre los otros.





Algunos peces están adaptados a la visión aérea, incluso algunos tienen ojos ampliamente modificados para tener una buena visión mixta (Familia Anablepidae: *Anableps*)



Peces cavícolas: ausencia de ojos.

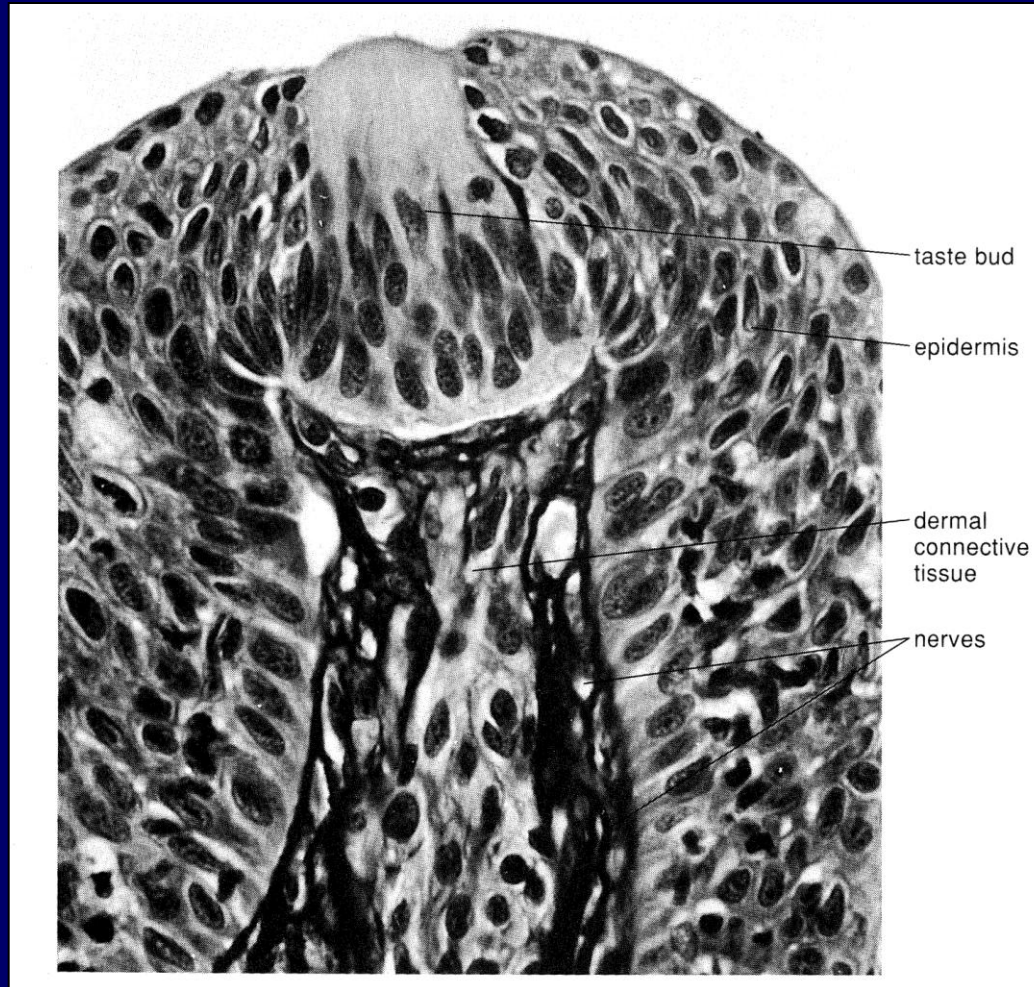
*Astyanax*

Selección Natural y Mutaciones neutrales



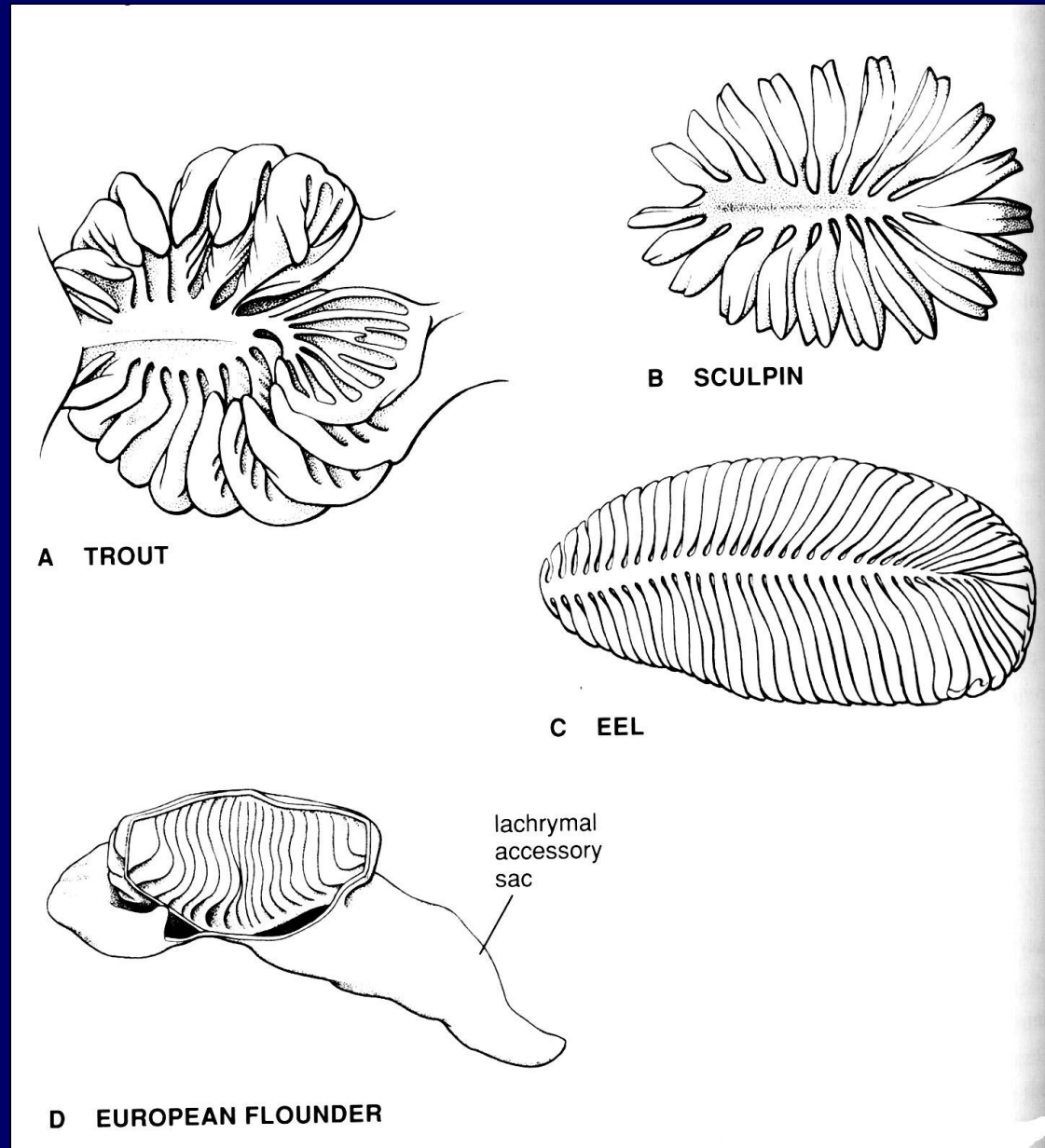
**Gusto:** boca, alrededor de la cabeza y en aletas anteriores.

**Barbas:** portadores especiales de botones gustativos además de receptores térmicos y mecánicos. Además receptores de estímulos químicos generales detectan sustancias que son muy poco solubles en agua.



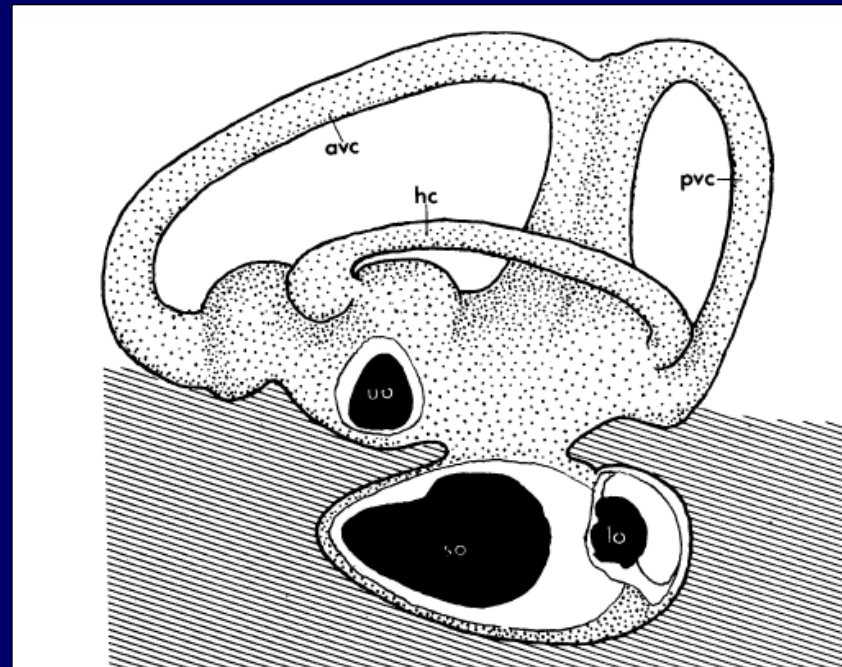
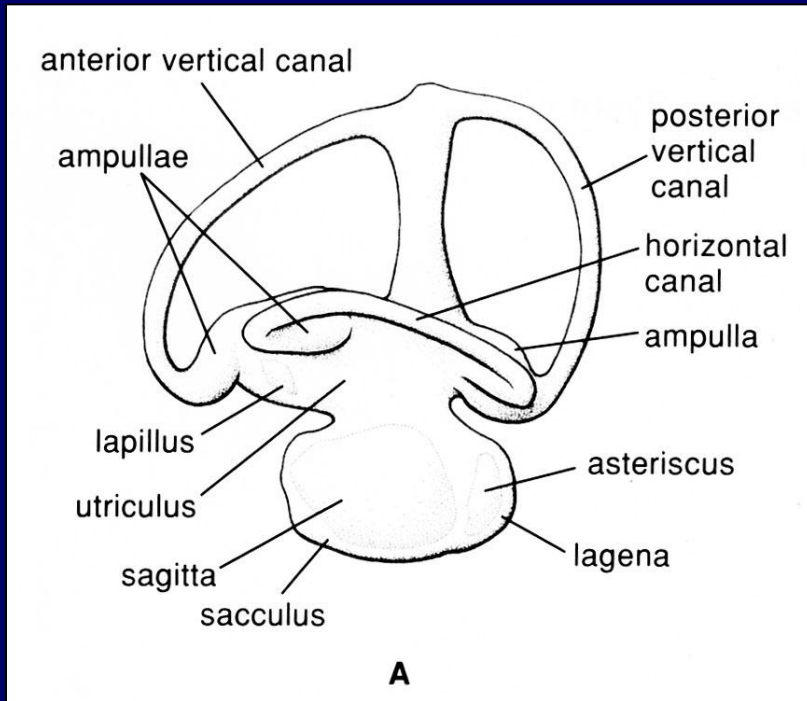
# Olfato: en el hocico (sustancias solubles).

- Alimentación
- Migración
- Reproducción
- Reacción de Miedo



**Receptores mecánicos:** base para la detección de tacto, sonido, presión, y movimiento. Además responsables del equilibrio. El sistema mecano-sensorial octavolateral es el centro de audición, equilibrio y línea lateral (Células sensoriales originadas en la cresta neural).

**Oído interno (el laberinto):** tres cámaras (utrículo, lagena y sáculo) y canales semicirculares (3)

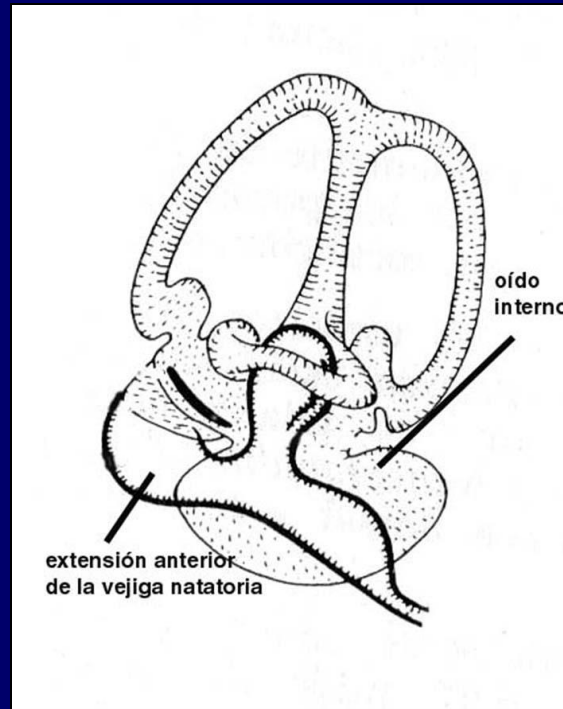


## Transmisión del sonido

Vibración diferencial del cuerpo en general del pez y la de los otolitos, los cuales presionan las máculas.

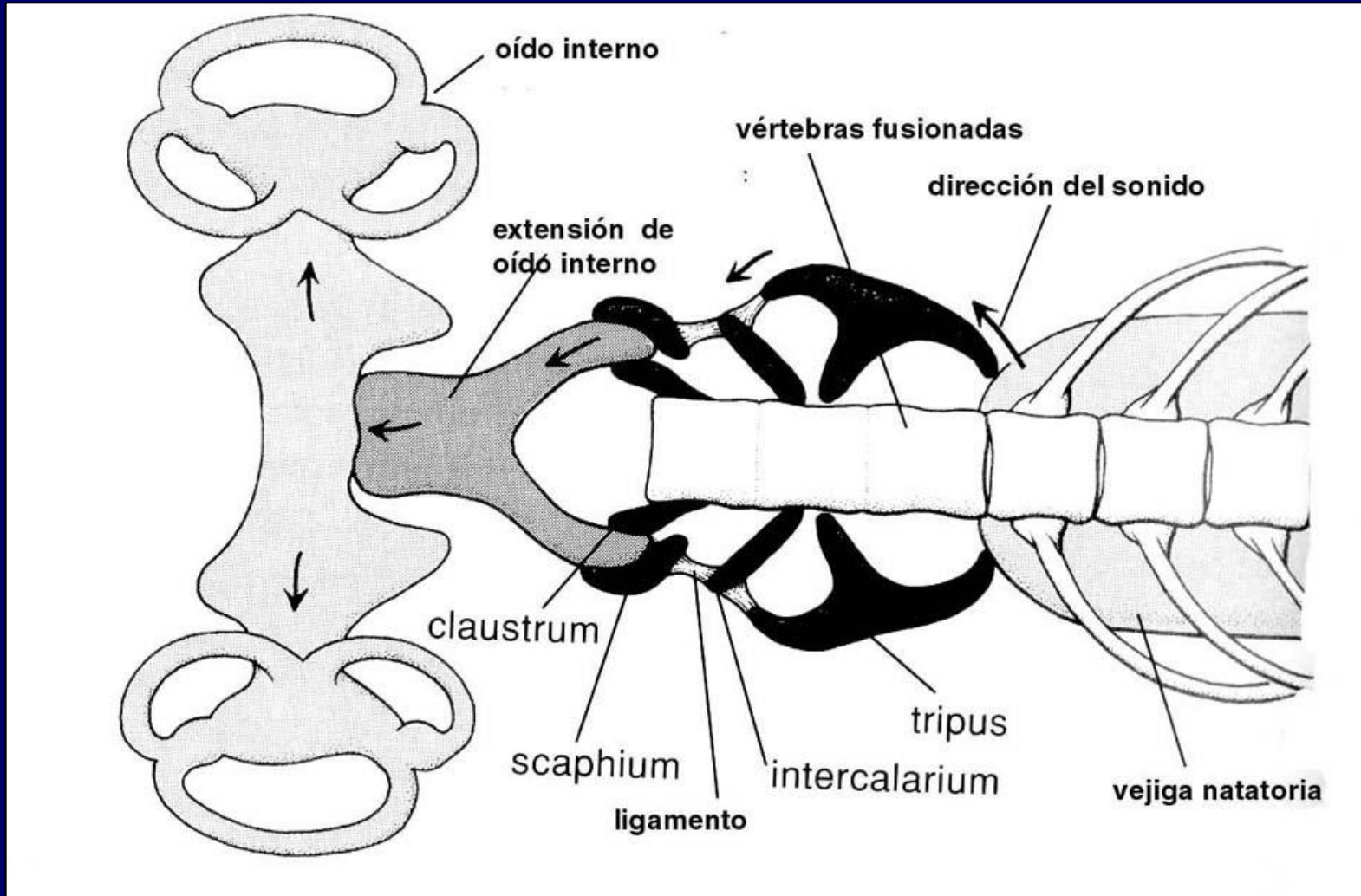
### Estructuras especializadas de transmisión:

- Vesículas de gas situadas al lado del sáculo.
- En Anabantidae evaginaciones de las cavidades respiratorias
- Mormíridae estrangulaciones de la vejiga natatoria.
- Clupeidae tubos envueltos por una membrana cartilaginosa que parten de la vejiga natatoria





**Aparato de Weber (Ostariofisos):** doble serie de huesecillos situados al lado de la columna vertebral, transmiten ondas sonoras desde una cámara especial de la vejiga natatoria, la cámara aérea de Weber hasta el espacio endolinfático. Sensibilidad a secuencias más altas y mayor amplitud de banda.



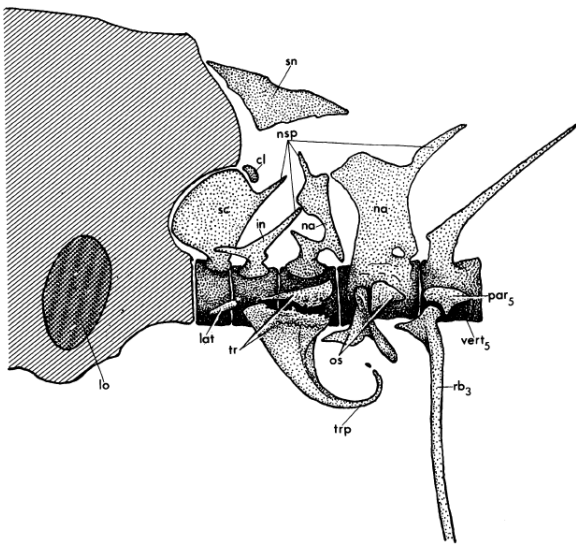
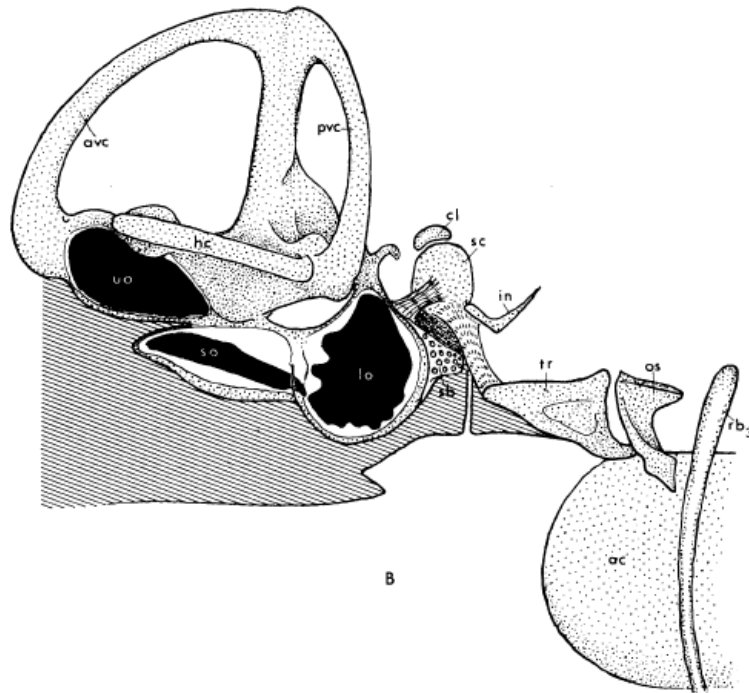
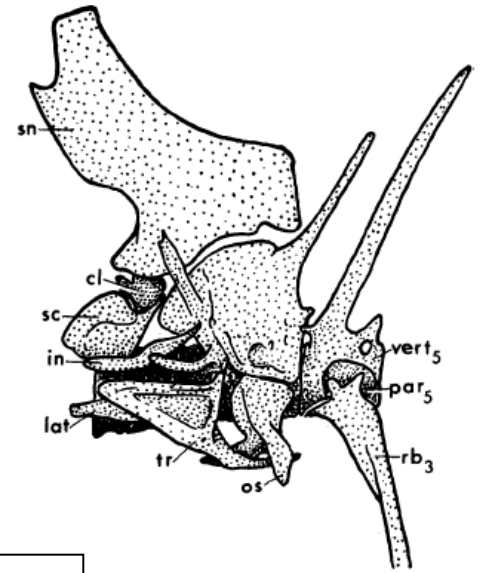
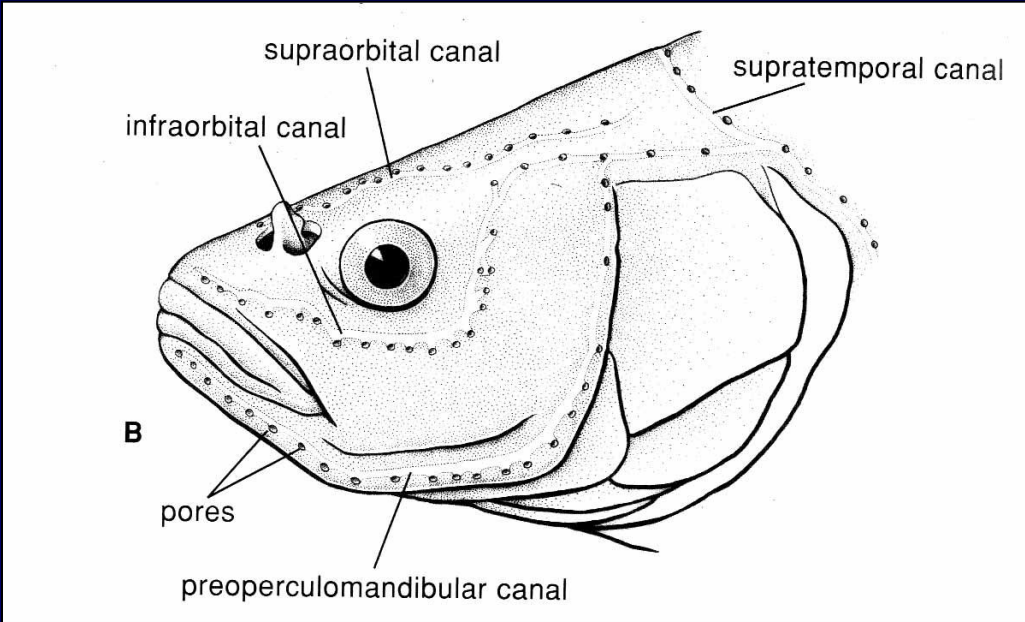
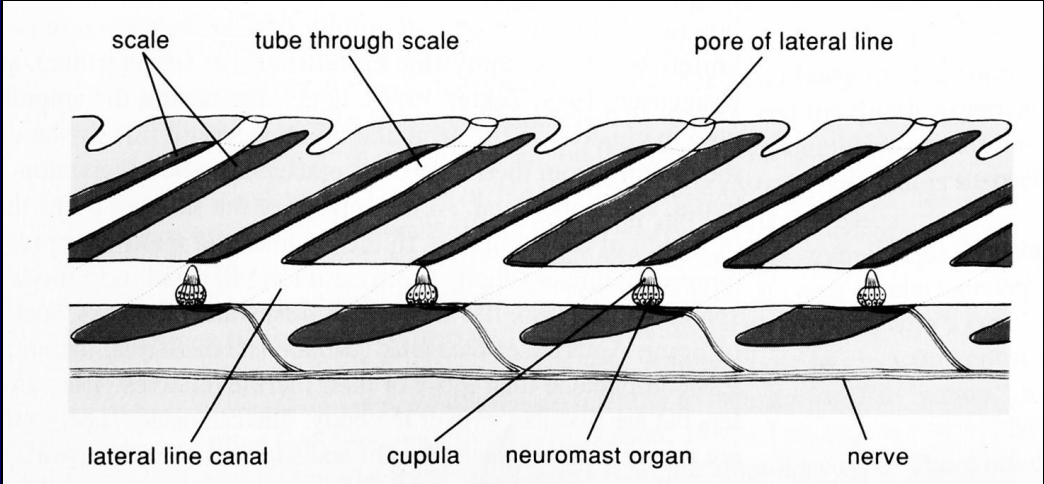
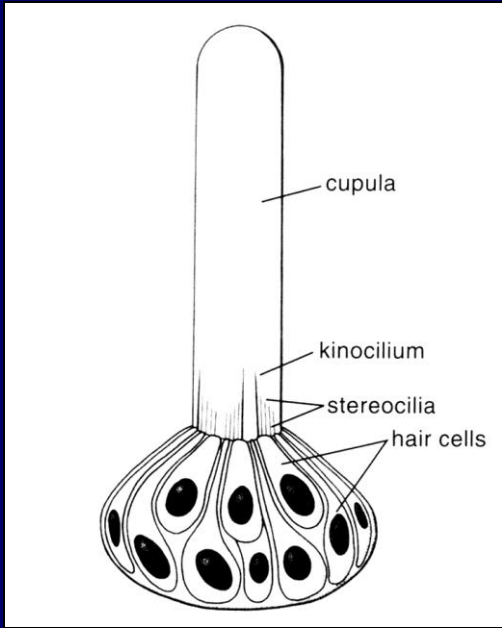


FIG. 1. Incompletely differentiated Weberian apparatus sp. of 9 mm. standard length.



B

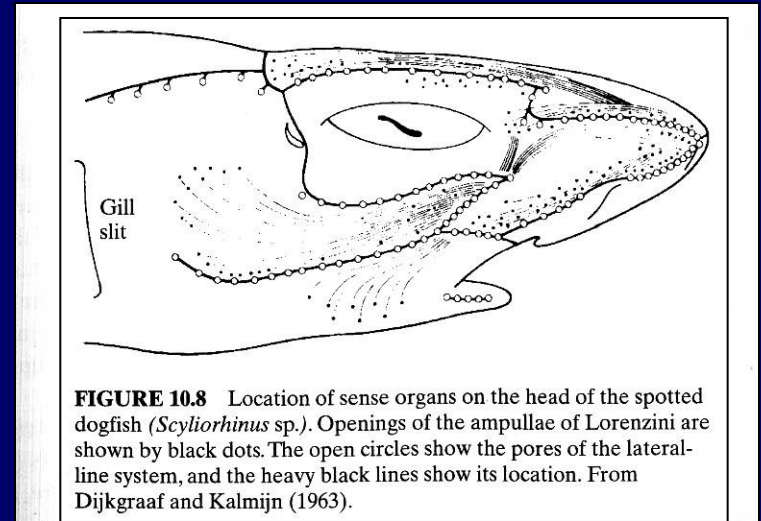
**Sistema de la Línea lateral:** grupos de células ciliadas y células de sostén asociadas forman los Neuromastos que están dispersos sobre la superficie de la cabeza y el cuerpo. Los neuromastos forman una serie de canales en la cabeza y uno o mas canales pasan a lo largo de los lados del cuerpo hasta la cola.



## Electrorecepción de pequeños campos eléctricos (presas y navegación).

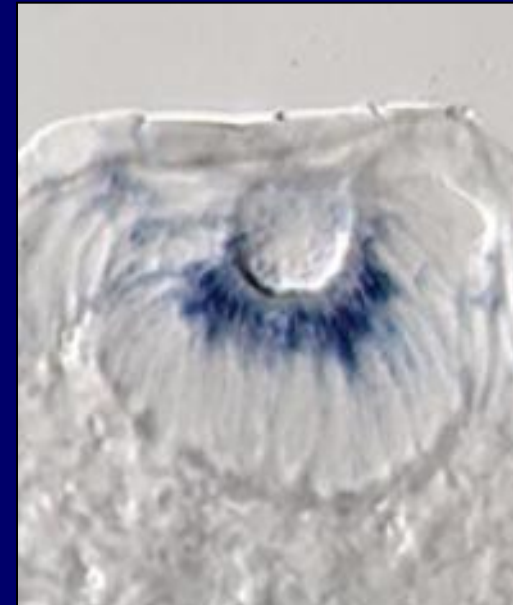
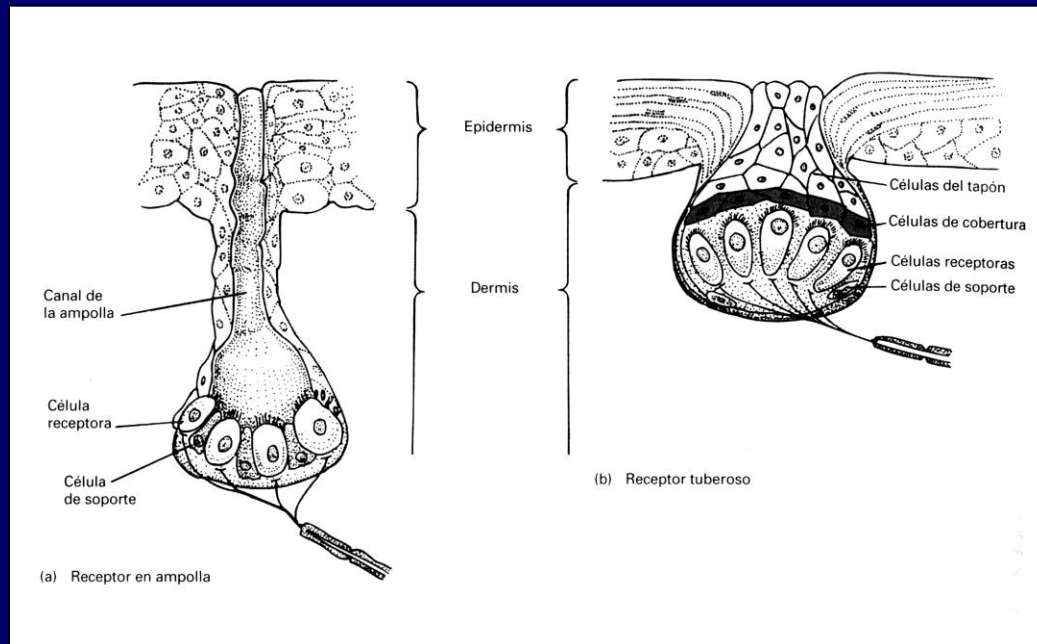
### Células sensoriales en general restringidas a cluster en la cabeza:

- Organos ampularios
- Organos tubulares
- Ampollas de Lorenzini



**FIGURE 10.8** Location of sense organs on the head of the spotted dogfish (*Scyliorhinus* sp.). Openings of the ampullae of Lorenzini are shown by black dots. The open circles show the pores of the lateral-line system, and the heavy black lines show its location. From Dijkgraaf and Kalmijn (1963).

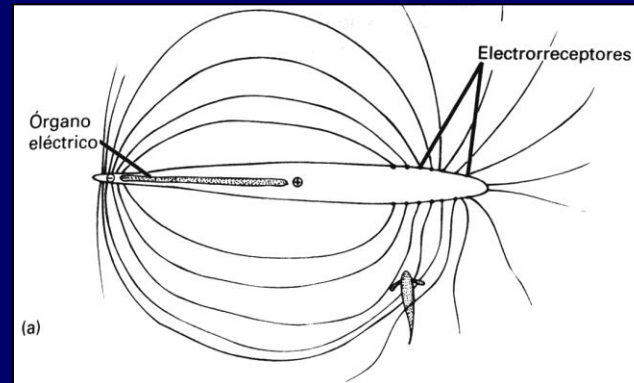
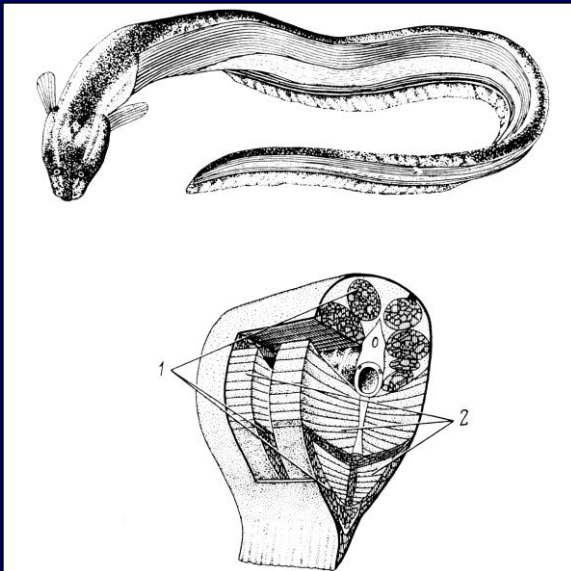
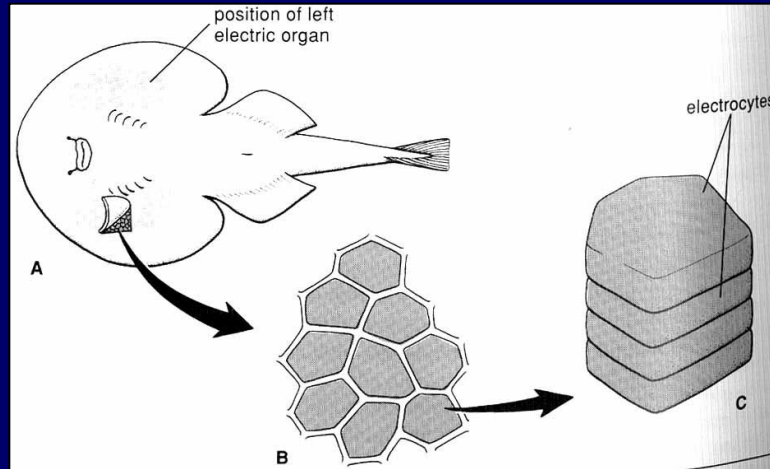
**FIGURE 21-5** Diagram of ampulla of Lorenzini.



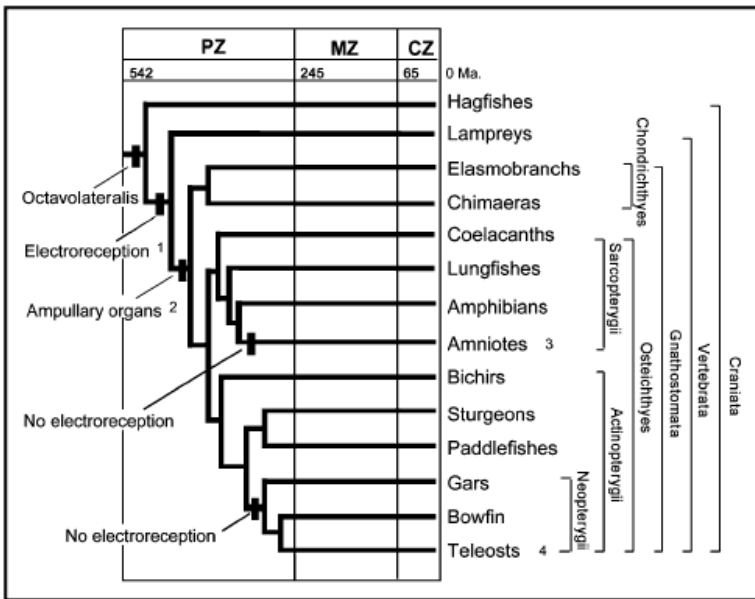


# Electrogeneración; Electroцитos

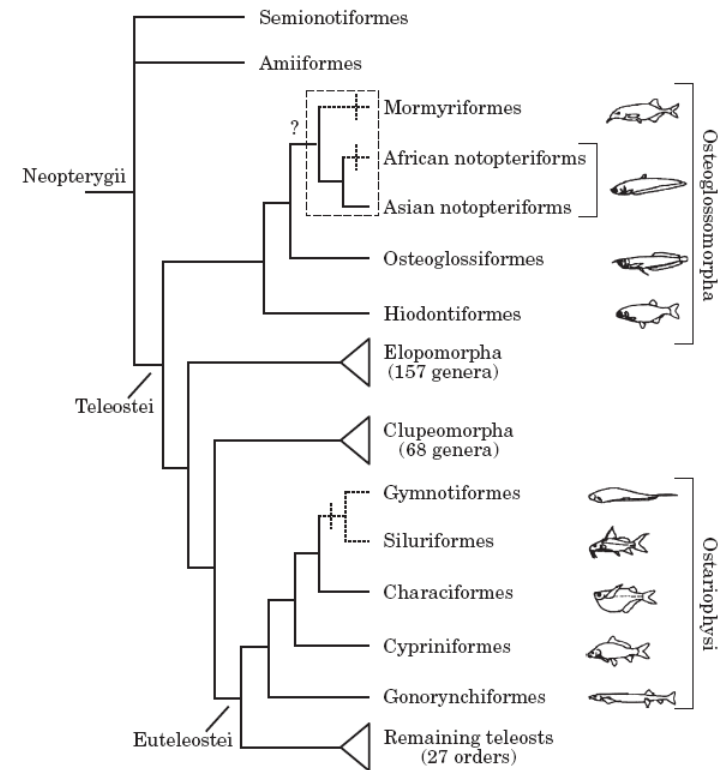
Más reciente que la electrorecepción



# Orígenes de la electrorecepción y electrogeneración : 500 millones de años



**Fig. 1.** Phylogenetic distribution of electroreception in craniates. Numbers on tree refer to the following: (1) electroreception as characterized by hair cell receptors with cathodal stimulation, lateral line afferents, and central processing via the lateral lemniscus; (2) ampullary organs with hair cells bearing an apical kinocilium; (3) absence of electroreception in amniotes with the exception of monotremes with trigeminal nerve electrosensory system; (4) absence of electroreception in teleosts with the exception Mormyriiformes, Siluriformes, and Gymnotiformes with lateral line nerve electrosensory systems, hair cells with apical microvilli, and anodal stimulation. CZ, Cenozoic; MZ, Mesozoic; PZ, Palaeozoic; Ma, millions of years ago. Phylogeny and dates after Bullock (1982), Donoghue and Smith (2003) and Janvier (1996).

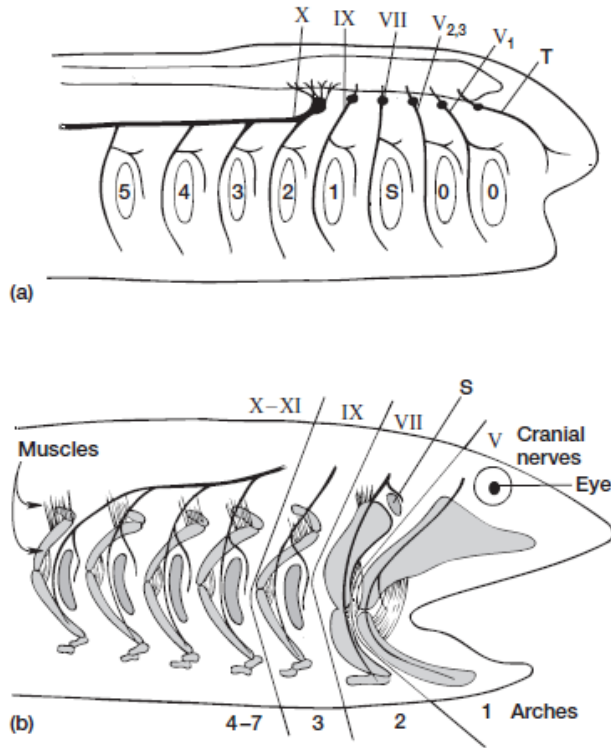


**FIG. 1.** Cladogram depicting the appearance of ampullary electroreceptors in extant teleost fish, represented as dotted vertical bars in the tree. Among ostariophysans, ampullary electroreception evolved once in the common ancestor of catfishes (Siluriformes)+South American electric fishes (Gymnotiformes). Within the Osteoglossomorpha, there are two fish clades that are electroreceptive: the Mormyriiformes and the African Notopteriformes. It is very likely that ampullary organs evolved once in the common ancestor of the Mormyriiformes and for a second time in the African Notopteriformes. However, other hypotheses are also plausible (see Fig. 2). The cladogram was compiled from Nelson (1994), Johnson & Paterson (1996), Lecontrie & Nelson (1996), and de Pinna (1996).

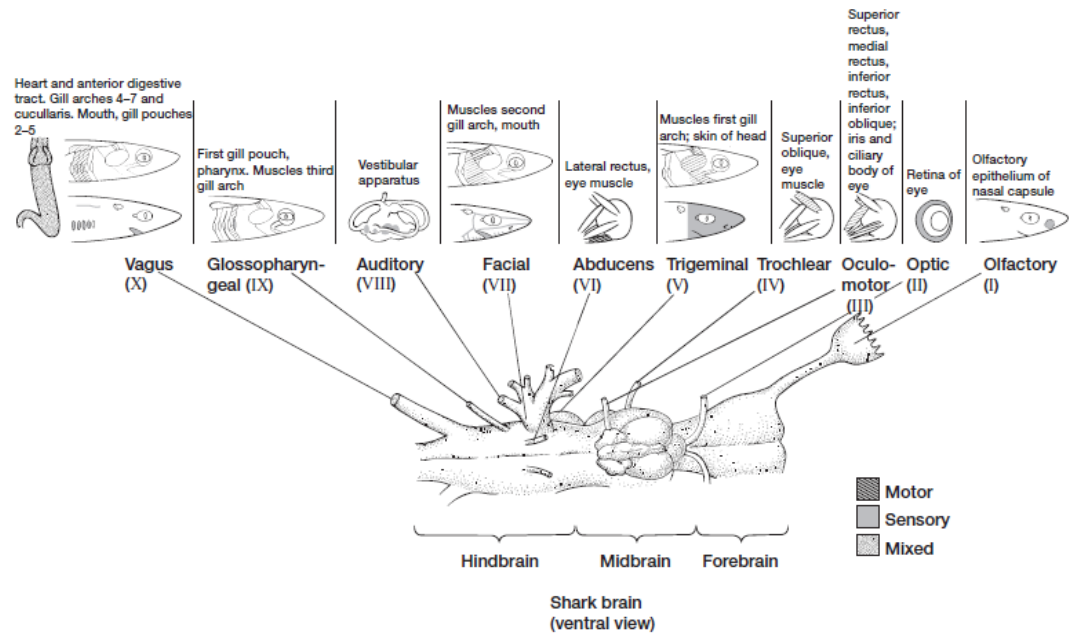




# Nervios Craneanos



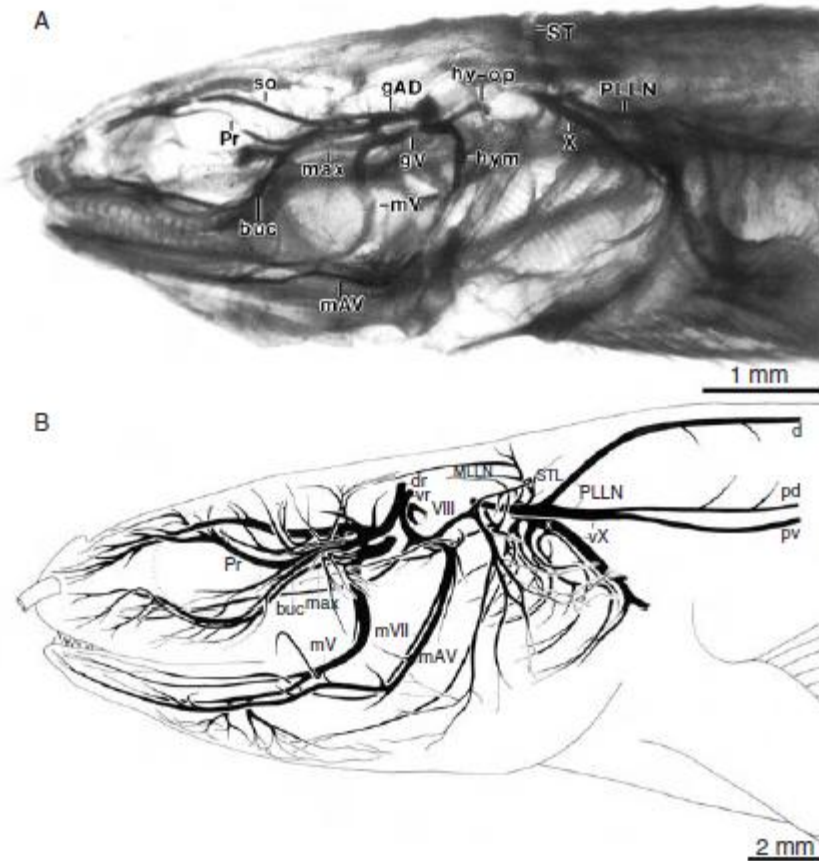
**FIGURE 16.16** Phylogenetic derivation of cranial nerves. (a) Hypothesized primitive condition. Each pharyngeal slit was supplied by a nerve. The first, or terminal (T), nerve supplied an anterior arch that was lost early in vertebrate evolution. (b) Nerve supply to associated branchial arches. Cranial nerves V, VII, IX, and X–XI supply the following arches: mandibular (1), hyoid (2), third (3), and fourth–seventh (4–7), respectively. These associations between cranial nerves and their derivatives remain stable throughout teleosts and tetrapods. Abbreviations: gill slits lost in gnathostomes (0, 0'), gill slits usually present in gnathostomes (1–5), spiracular slit (S).



**FIGURE 16.14** Distribution of cranial nerves in the shark *Squalus*. Enlarged views of the innervated structures of cranial nerves II, III, IV, VI, and X. Lateral views of the head with and without skin indicate the location of the first ten cranial nerves.

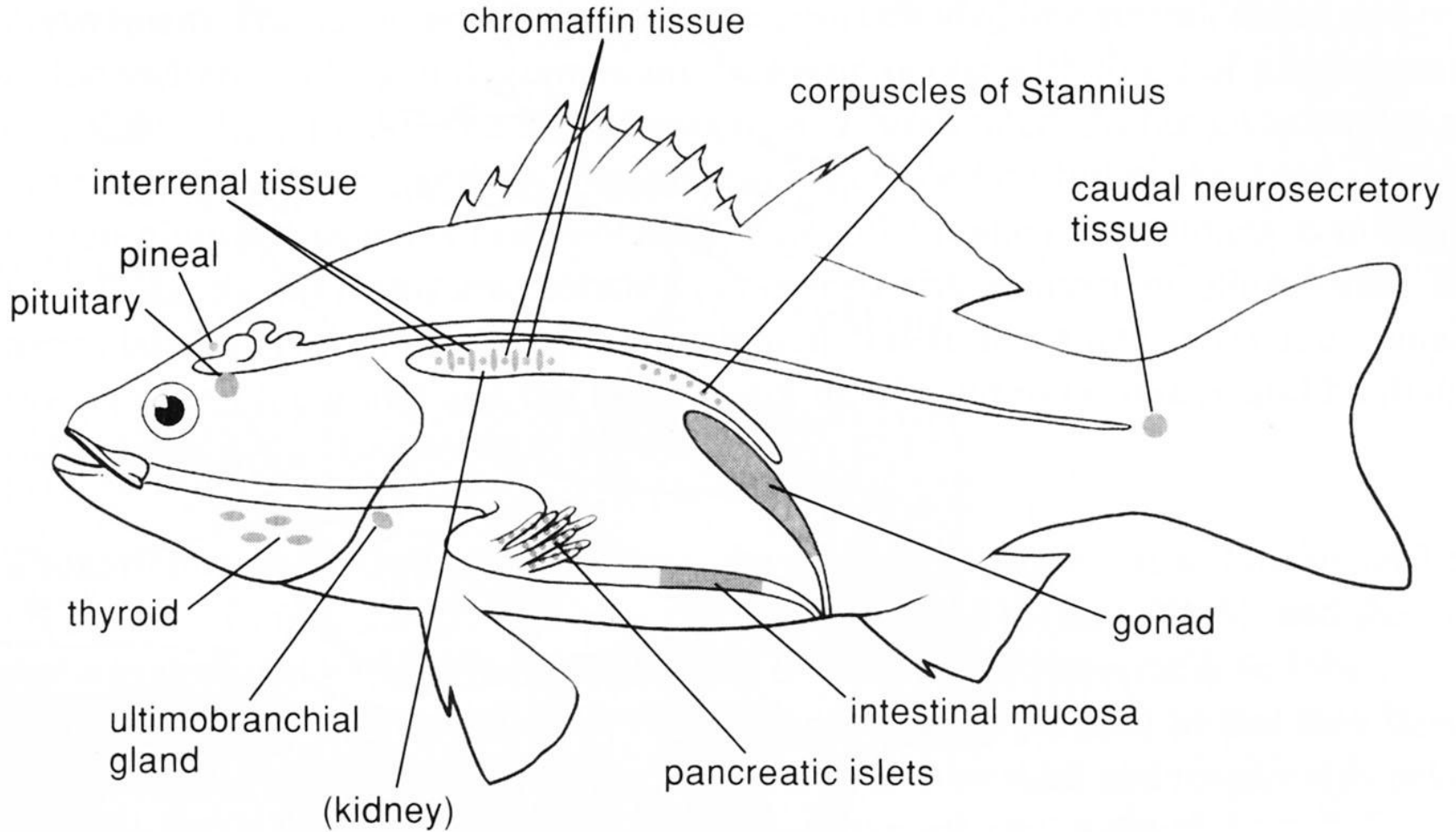
After Gilbert.

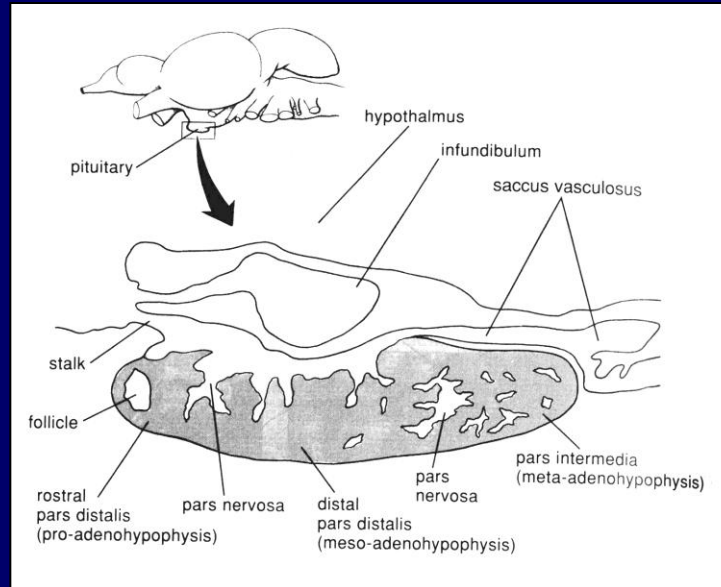




**Fig. 3.4.** (A) Photograph of the cleared head of a juvenile Senegal bichir, *P. senegalus* stained with Sudan black to reveal the peripheral course of the cranial nerves. (B) Camera lucida drawing of the course of the cranial nerves seen in (A). buc, buccal ramus of anterodorsal lateral line nerve; d, dorsal ramus of posterior lateral line nerve; dr, dorsal root of anterodorsal and anteroventral lateral line nerves; gAD, sensory ganglion of anterodorsal lateral line nerve; gV, sensory ganglion of trigeminal nerve; hy-op, hyo-opercular ramus of anteroventral lateral line and facial nerves; hym, hyomandibular trunk of anteroventral lateral line and facial nerves; mAV, mandibular ramus of anteroventral lateral line nerve; max, maxillary ramus of trigeminal nerve; MLLN, middle lateral line nerve; mV, mandibular ramus of trigeminal nerve; mVII, mandibular ramus of facial nerve; pd, pars dorsalis of lateral ramus of posterior lateral line nerve; PLLN, posterior lateral line nerve; Pr, profundal nerve; pv, pars ventralis of lateral ramus of posterior lateral line nerve; so, superficial ophthalmic ramus of anterodorsal lateral line nerve; ST, supratemporal sensory canal; STL, supratemporal lateral line nerve; VIII, octaval nerve; vr, ventral root of preoptic lateral line nerve; vx, visceral trunk of vagal nerve; X, vagal nerve. [Adapted from Piotrowski and Northcutt (1996) with kind permission of S. Karger AG, Basel.]

# Glándulas endocrinas





### Adeno Pituitaria:

Adrenocorticotropina ACTH: producción de esteroides in el tejido renal

Gonadotropina (GTH): producción de huevos y esperma

Hormona de crecimiento (GH): crecimiento

Melano hormona (MSH): agregación o dispersión de los melanoforos

Prolactina: balance osmótico

Thirotropina: estimula glándula tiroides

### Neuro pituitaria:

Arginina vasotocina (AVT): osmoregulación y balance de agua. Aumenta la presión arterial

**Tiroides** (tiroxina y tri-iodotirosina): Pigmentación de la piel y el ojo, tasa de consumo de oxígeno, metabolismo de los CH y el N, metamorfosis en lenguados, preferencia de los salmones por migrar hacia el agua marina, etc...

**Tejido interrenal** (cortisol, cortisona): Osmoregulación, metabolismo de P y CH, respuesta al estrés.

**Tejido cromafín** (adrenalina y noradrenalina): respuesta de estrés, control del ritmo cardíaco, presión arterial, flujo sanguíneo de las branquias.

**Ultimobranquial** (calcitonina): metabolismo del calcio, adaptación al agua salada en trucha arcoiris.

**Pancreas** (insulina, glucagon, somatostatina): metabolismo

**Sistema Neurosecretorio Caudal** (neuronas secretoras de Dahlgren)(urotensina, arginina-vasotocina) : osmoregulación, especialmente del Na, reproducción.

**Corpúsculos de Stannius** (solo en Neopterigios): osmoregulación, metabolismos del Calcio.