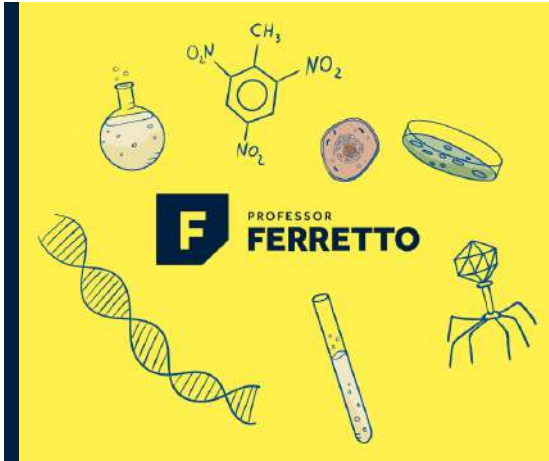


Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



EMBRIOLOGIA DO ANFIOXO

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Anfioxo é um animal pertencente ao **Filo Chordata** e **Subfilo Cephalochordata** frequentemente usado como modelo de estudo em embriologia. Sua organização simples e seu desenvolvimento embrionário representativo do processo para os Cordados em geral fazem dele um excepcional modelo de estudo. Com morfologia externa fusiforme, o anfioxo é marinho de hábitos filtradores, vivendo normalmente enterrado sob a areia de águas marinhas rasas. É bastante utilizado como alimento pelas populações do Extremo Oriente, apesar de seu pequeno comprimento de cerca de 5 a 10 cm, e definitivamente não é dos animais mais populares na nossa vida cotidiana...

ASSUNTOS DA AULA.

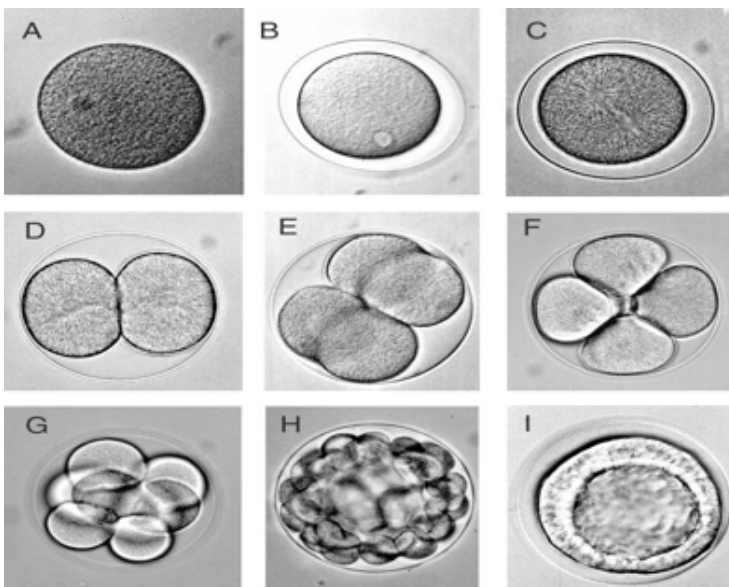
Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Desenvolvimento embrionário](#)
- [Destino dos folhetos germinativos em vertebrados](#)
- [Celoma](#)
- [Leitura - Embriologia dos anfíbios](#)



Anfioxo. A linha escura na região dorsal é a notocorda.

No anfioxo, o óvulo é oligolécito, e a segmentação é total subigual.



Segmentação em anfioxo. Em A, óvulo; em B, óvulo recém fecundado; em C, fusão do pronúcleo masculino com o pronúcleo feminino (cariogamia ou anfimixia); de D a I, clivagens, sendo H mórula e I blástula. Fotomicrografias obtidas a partir de microscopia óptica.

A **gastrulação** no anfioxo se dá por **embolia** ou **invaginação**. A gástrula formada apresenta apenas ectoderme e endoderme, com arquênteron e blastóporo.

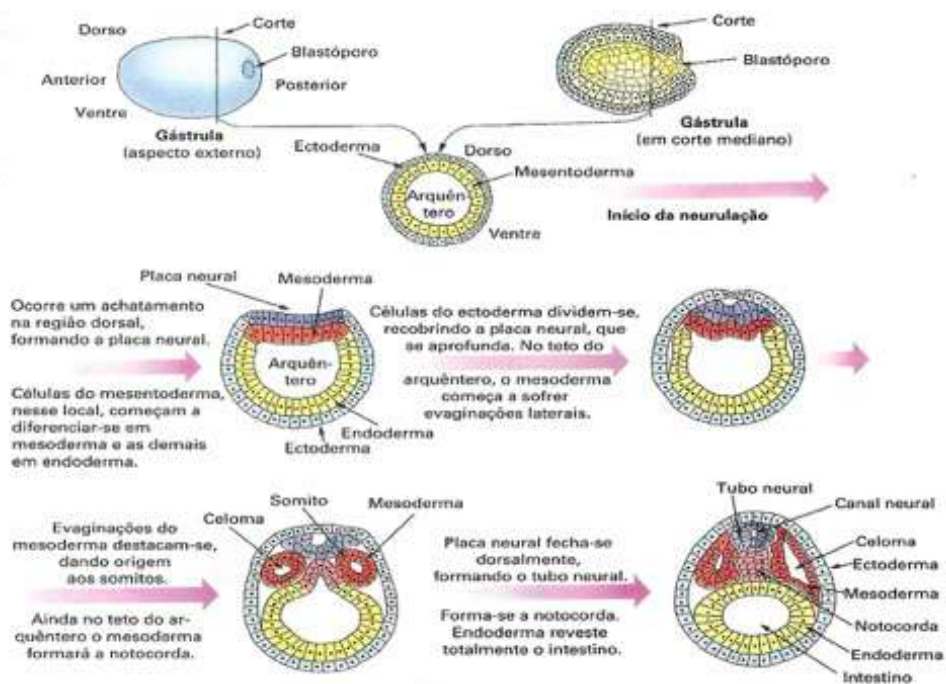
Acabada a gástrula, inicia-se a nêurula, fase inicial da **organogênese**. A nêurula no anfioxo caracteriza-se pelo aparecimento do tubo neural, somitos mesodérmicos e notocorda. Será descrito o processo de formação de cada uma dessas estruturas, mas deve-se ter em mente que esses três processos descritos a seguir são simultâneos.

Tome nota:

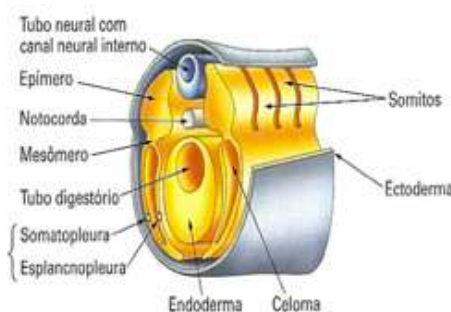
- **Somitos mesodérmicos e notocorda:** a mesentoderme diferencia-se em mesoderme e endoderme. Essa mesoderme, correspondente ao teto do arquênteron, emite duas evaginações laterais. Essas evaginações laterais destacam-se da mesoderme e formam dois somitos mesodérmicos, bolsas de mesoderme com uma cavidade central denominada celoma. A porção central da mesoderme que sobrou origina a notocorda. A endoderme se fecha então passando a formar também o teto do arquênteron.

- **Tubo neural:** a ectoderme dorsal se espessa, de maneira que suas células passam a ser colunares e bastante altas, caracterizando a formação da placa neural. A placa neural então começa a afundar, originando uma depressão denominada goteira neural. Os bordos da goteira neural são bastante pronunciados, sendo ditos cristas neurais. À medida que a placa neural vai afundando para a formação da goteira neural, as cristas neurais vão se aproximando até se encostarem, quando então forma-se o tubo neural e as cristas neurais regeneram a ectoderme dorsal.

Veja na figura abaixo a neurulação no anfioxo:



Posteriormente, a ectoderme origina a epiderme, os somitos mesodérmicos originam a musculatura, a endoderme origina o revestimento do tubo digestivo e o tubo neural origina o sistema nervoso.



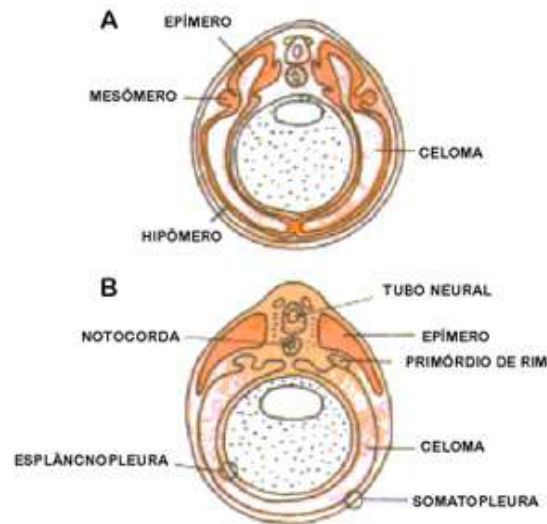
Esquema em representação tridimensional de nêurula avançada em anfioxo.

DESTINO DOS FOLHETOS GERMINATIVOS EM VERTEBRADOS

De maneira geral, a organogênese dos vertebrados ocorre de maneira muito semelhante à do anfíoxo.

Entretanto, nota-se que os **somitoss mesodérmicos** diferenciam-se em três regiões: **epímero**, **mesômero** e **hipômero**. O **epímero**, por sua vez, subdivide-se, de fora para dentro, em **dermatômo**, **miótomo** e **esclerótomo**.

De início, as três partes dos somitoss têm celoma. Na nêurula mais avançada, apenas o hipômero mantém o celoma.



Cortes transversais de nêurula de anfíbios, em estágios mais avançados.

Observe agora quais as estruturas originadas a partir de cada folheto ou região de folheto:

Folheto	Estrutura do embrião		Estrutura do adulto
Ectoderme	Revestimento externo do embrião		Epiderme, anexos da epiderme (glândulas, pelos, etc.), esmalte dos dentes, revestimento da boca e do ânus e receptores sensitivos
	Tubo neural		Cérebro, gânglios e medula
Mesoderme	Epímero	Dermátomo	Derme
		Miótomo	Musculatura estriada
		Esclerótomo	Esqueleto axial (crânio, vértebras)
	Mesômero	Aparelho urogenital	
Hipômero	Coração, vasos, sangue, musculatura lisa, esqueleto apendicular (membros), peritônio e mesentério.		
Endoderme	Revestimento de arquênteron		Epitélio do tubo digestivo, revestimento do sistema respiratório, glândulas anexas do tubo digestivo e revestimento da bexiga urinária

Além disso, a junção da mesoderme com os folhetos ectodérmico e endodérmico origina membranas, que posteriormente vão originar estruturas denominadas anexos embrionários:

- **esplancopleura**: resultante da fusão entre endoderme e mesoderme interna ou visceral;
- **somatopleura**: resultante da fusão entre mesoderme externa ou parietal e ectoderme.

CELOMA

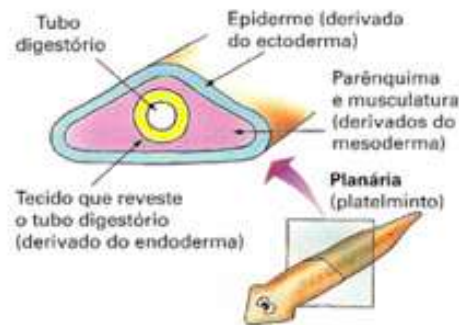
Celoma é uma cavidade embrionária delimitada inteiramente por mesoderme. No embrião, as funções do celoma são:

- servir de esqueleto hidrostático para o animal;
- constituir um meio interno fluido, facilitando a circulação, a respiração e a eliminação de detritos;
- possibilitar o crescimento dos órgãos internos, que podem enrolar-se sobre si mesmos, aumentando assim consideravelmente em superfície.

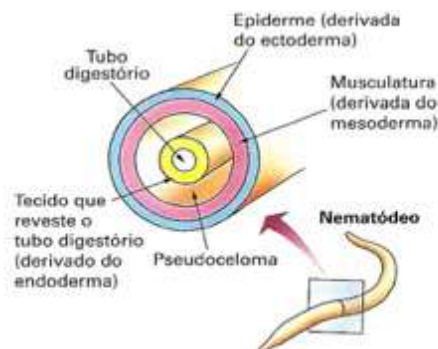
O celoma corresponde nos mamíferos às **cavidades torácica (pleural e pericárdica)** e **abdominal** do adulto. É evidente que apenas organismos triblásticos (que possuem, pois, mesoderme) podem apresentar celoma. Entretanto, nem todos os triblásticos apresentam essa cavidade. Desta maneira, quanto à presença de celoma, os animais triblásticos podem ser divididos em:

Tome nota:

- **Acelomados:** não apresentam celoma, sendo a mesoderme maciça. Correspondem aos platelmintos. Pela inexistência de celoma, não há nesses animais um esqueleto hidrostático que lhes sustente o corpo, que se achata com o próprio peso, o que dá origem ao nome do grupo (do grego *platy*, 'chato'; *helminthes*, 'verme').



- **Pseudocelomados:** não apresentam celoma verdadeiro, uma vez que sua cavidade interna é delimitada por mesoderme e endoderme. Correspondem aos nematelmintos. Pela presença do celoma funcionando como esqueleto hidrostático para sustentação, o corpo desses animais se apresenta em forma cilíndrica (do grego *nema*, 'fio'; *helminthes*, 'verme'). Como a endoderme não é revestida por mesoderme, o tubo digestivo não é revestido por tecido muscular (que é proveniente da mesoderme), inexistindo peristaltismo nesse grupo de animais.



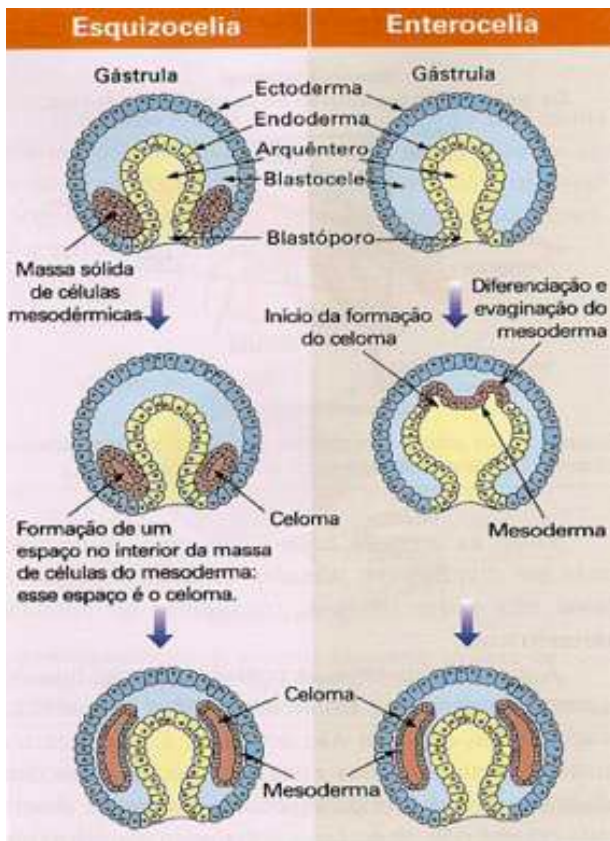
- **Belomados:** apresentam celoma verdadeiro, completamente delimitado por mesoderme. Neles, a endoderme é revestida por mesoderme, e o tubo digestivo do adulto é revestido por tecido muscular liso para promover movimentos peristálticos.



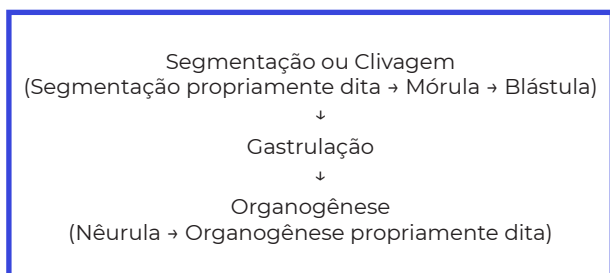
O celoma e os somitos mesodérmicos podem ser formados por dois mecanismos:

Em animais ditos esquizocelomados, algumas células separam-se da mesentoderme, originando a mesoderme através dos somitos. No interior dos somitos, há o celoma. Essas células que se destacam são ditas teloblastos. Os esquizocelomados correspondem a moluscos, anelídeos e artrópodes.

Em animais ditos enterocelomados, o processo de formação dos somitos mesodérmicos e do celoma é o descrito para o anfióxico: ocorre evaginação lateral da mesoderme do teto do arquênteron, que forma os somitos com o celoma; estas evaginações posteriormente se destacam da mesoderme restante. Os enterocelomados correspondem a equinodermos e cordados.



Resumo das fases do desenvolvimento embrionário

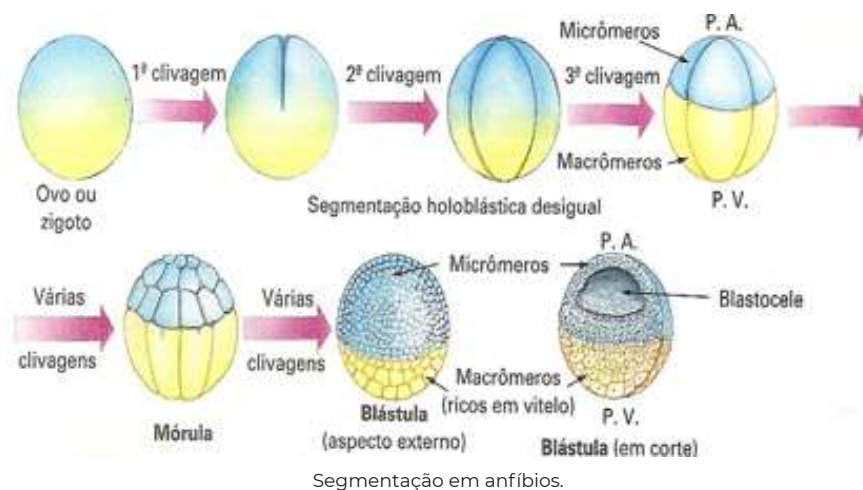


Tome nota:

LEITURA – EMBRIOLOGIA DOS ANFÍBIOS

Nos anfíbios, o óvulo é heterolécito; devido à distribuição heterogênea do vitelo no óvulo, a fecundação ocorre de tal modo que o espermatozoide penetra sempre pelo polo animal, que por ter menos vitelo, apresenta citoplasma menos consistente. Uma vez que a fecundação ocorreu, com conseqüente formação do zigoto, observa-se na região fronteira entre a área com mais vitelo e a área com menos vitelo o surgimento de uma faixa pigmentada denominada pelos embriologistas de **crescente cinzento**. É exatamente nessa região que vai ocorrer o início da gastrulação. Mas calma que a gente chega já lá...

Devido ao óvulo heterolécito, a segmentação é total desigual. A primeira clivagem, com orientação do polo animal para o polo vegetal, gera dois blastômeros idênticos. A partir da segunda clivagem, que tem orientação perpendicular à primeira, percebe-se uma nítida diferença entre micrômeros no polo animal e macrômeros no polo vegetal. Quando formada, a blástula apresenta uma blastocele diferente daquela do anfioxo, menor e bastante deslocada para o polo animal.



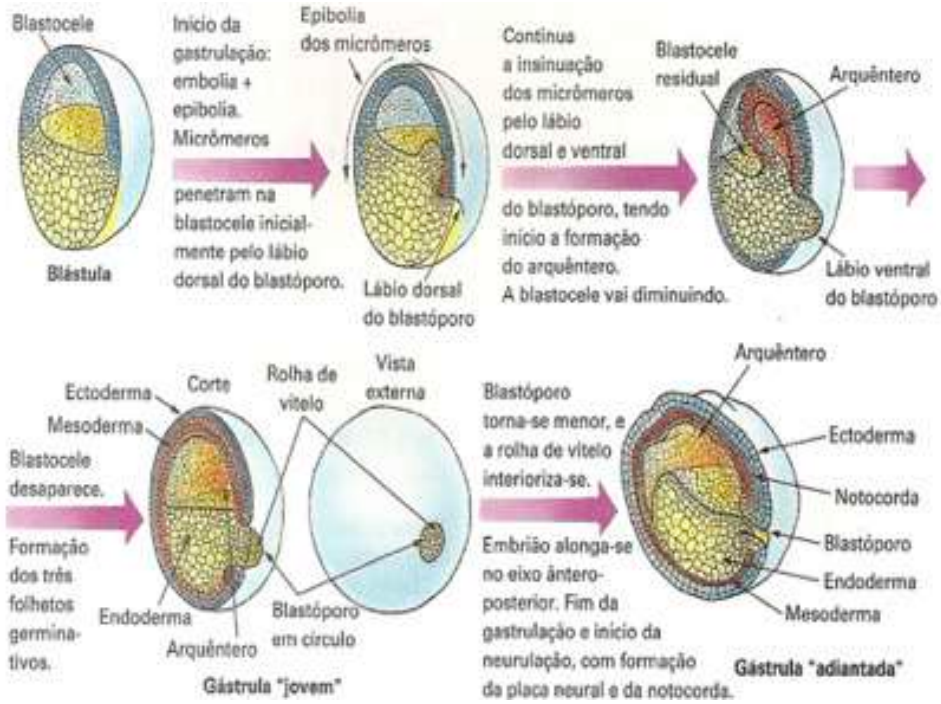
A gastrulação em anfíbios ocorre através de dois movimentos celulares, epibolia na formação da ectoderme e embolia ou invaginação (segundo Sônia Lopes) ou involução (segundo Amabis & Martho) na formação do arquênteron.

A **epibolia** dos **micrômeros** se inicia no **polo animal**, quando a multiplicação e migração dessas células por fora do embrião o revestem por completo, inclusive na região do polo vegetal, originalmente constituído por macrômeros. Essa camada contínua de micrômeros envolvendo agora todo o embrião constitui a ectoderme do mesmo.

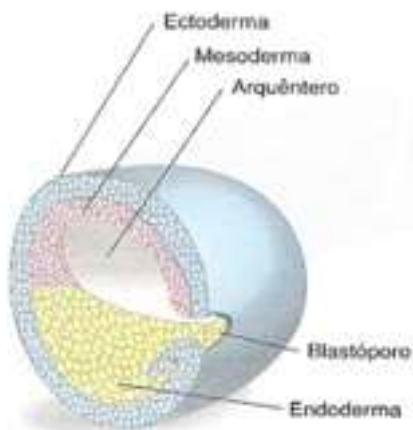
Simultaneamente, a embolia/involução se inicia na região hiperpigmentada do **crescente cinzento**, através da formação de uma fenda em forma de ferradura denominada **lábio dorsal do blastóporo**. A partir do **lábio dorsal do blastóporo**, células (micrômeros) invaginam (embolia) ou migram (involução) para dentro do embrião, originando uma camada de células que forra a blastocele, constituindo um novo folheto, a mesoderme, e uma nova cavidade, o arquênteron. À medida que a invaginação/migração da mesoderme prossegue, a blastocele progressivamente diminui até a mesoderme encostar na ectoderme, quando a blastocele desaparece por completo.

Além disso, a fenda que constitui o lábio dorsal do blastóporo se prolonga, formando um lábio ventral do blastóporo e fechando um círculo. Esse círculo corresponde ao blastóporo completo, que é obstruído pelos macrômeros repletos de vitelo. Assim, em vista externa, o embrião estará todo recoberto por micrômeros que agora compõem a ectoderme, menos na região do blastóporo, fechado pelos macrômeros que constituem uma **rolha de vitelo**.

Os macrômeros agora internos em relação aos micrômeros/ectoderme constituem endoderme e delimitam inferiormente o arquêntero, delimitado superiormente pela mesoderme.



Gastrulação em anfíbios.



Detalhe da gástrula avançada de anfíbios em corte longitudinal.

O processo de neurulação em anfíbios é bastante semelhante ao do anfíbio, envolvendo o espessamento da ectoderme dorsal e sua transformação em placa neural, com posterior afundamento e da mesma para formar um sulco neural e convergência das bordas do sulco neural, as cristas neurais, que se fecham para constituir o tubo neural.

Formado o girino, estágio larval aquático no ciclo vital de anfíbios, em pouco tempo se dá a metamorfose para a passagem ao estágio adulto terrestre.