

Embriogênese do anfióxico

Resumo

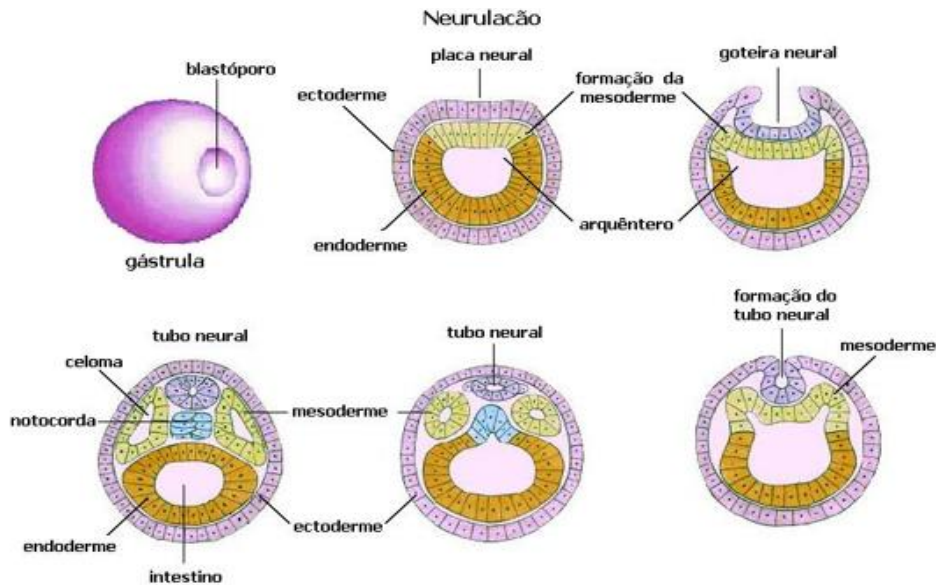
O desenvolvimento embrionário, também chamado de **embriogênese**, ocorre após a fecundação. Neste processo, ocorrem inúmeras divisões celulares por mitose, que originam outras células. Estas divisões são chamadas de **clivagem**. Durante o desenvolvimento podemos observar as seguintes etapas:

- **Zigoto**: é uma célula única, formada logo após a fecundação; a divisão ocorre por clivagem, e são formadas células idênticas entre si.
- **Mórula**: aglomerado que contém entre 12 e 32 células, todas formadas também por clivagem; as células se mantêm idênticas entre si, indiferenciadas. Estas são as células tronco **totipotentes**, e podem se diferenciar em qualquer tipo de célula e tecido.
- **Blástula**: as células da mórula se organizam e dão origem a um espaço oco, chamado de **blastocelo**, e aqui as células também são indiferenciadas totipotentes.



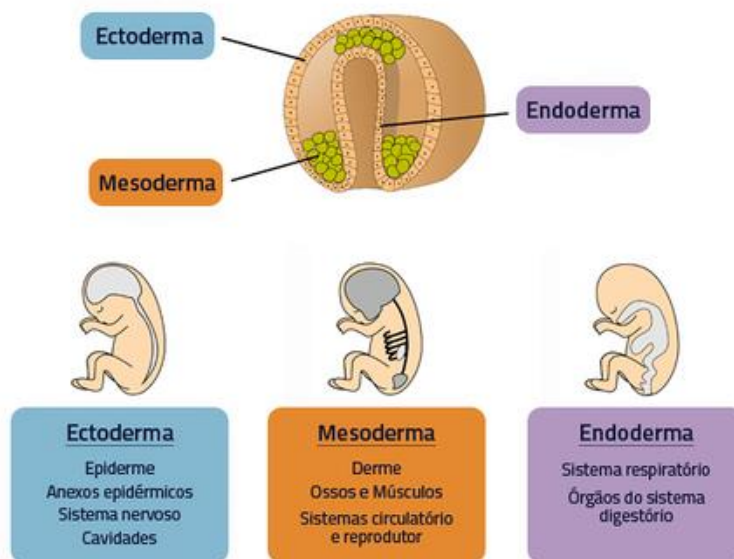
- **Gástrula**: A blástula sofre uma invaginação, formando um espaço oco circundado por uma camada dupla de células. A camada mais externa é o **ectoderma** e a mais interna, o **endoderma**, iniciando a diferenciação dos folhetos embrionários, que são tecidos embrionários. O espaço oco é chamado de **arquêntero** (tubo digestivo primitivo) e há também um orifício chamado de **blastóporo**. Com a diferenciação dos tecidos embrionários, as células passam a ser células tronco **pluripotentes**, ou seja, cada célula de cada folheto possui a capacidade de gerar qualquer tecido, desde que este seja derivado do respectivo folheto embrionário.

Em animais **protostomados**, a abertura do blastóporo origina a boca, e em **deuterostomados**, esta abertura origina o ânus. Os animais **diblásticos** (cnidários) possuem o desenvolvimento embrionário até esta etapa.



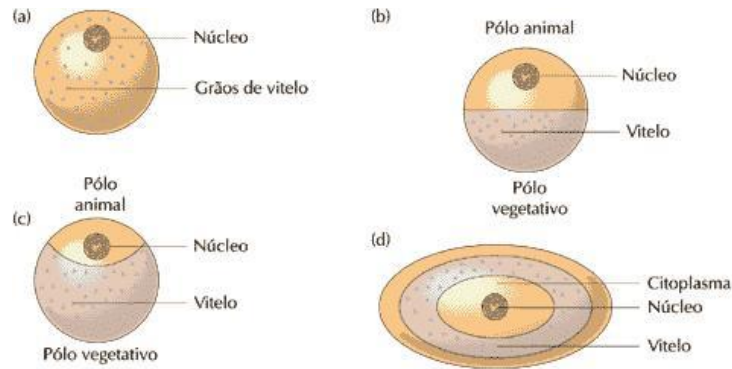
- **Nêurula:** fase final da embriogênese, ocorre um dobramento das células do ectoderma, formando um **tubo neural**, que dará origem ao sistema nervoso. Nos animais **triblásticos**, algumas células do endoderma darão origem ao **mesoderma**, e este pode ou não formar um espaço que abriga os órgãos internos dos animais, chamado **celoma**. A presença ou não de celoma diferencia os animais triblásticos em acelomados, pseudocelomados ou celomados.

Folhetos Embrionários



Os animais possuem diferentes tipos de ovos. A quantidade e a distribuição do vitelo determinam o tipo de segmentação que o zigoto pode ter:

- **Holoblástica:** há divisão por total do ovo, pode ser **igual** (todas as células se dividem igualmente, como nos ovos oligolécitos) ou **desigual** (divisão em pólo animal e vegetal, como nos ovos heterolécitos)
- **Meroblástica:** divisão parcial das células, apenas onde não se tem vitelo, pode ser **discoidal** (as divisões ocorrem no disco germinativo, como nos ovos telolécitos) ou **superficial** (divisões ocorrem na periferia do ovo, como nos ovos centrolécitos)



Tipo de Ovo	Quantidade de Vitelo	Ocorrência
Oligolécitos	Pouco vitelo distribuído uniformemente pelo citoplasma.	Poríferos, Cnidários, equinodermos, protocordados e mamíferos.
Heterolécitos	Maior quantidade de vitelo com distribuição heterogênea.	Anfíbios, vermes e moluscos
Telolecitos	Grande quantidade de vitelo que ocupa quase todo o citoplasma.	Aves, répteis, cefalópodos.
Centrolécitos	Concentração do vitelo na parte central. Pequena camada periférica de citoplasma.	Artrópodos.

Anexos embrionários não fazem parte do corpo do embrião, mas derivam dos folhetos embrionários e auxiliam no desenvolvimento e proteção do embrião. São eles:

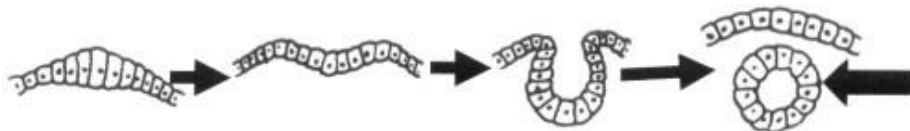
- Vesícula vitelina ou saco vitelínico: é uma estrutura que envolve o vitelo, auxilia na nutrição;
- Âmnio ou bolsa amniótica: delimita a cavidade amniótica e protege o embrião contra choques mecânicos e evita a sua desidratação;
- Cório: membrana que recobre o embrião e os outros anexos embrionários, ajuda nas trocas gasosas. Nos mamíferos, essa estrutura origina a placenta;
- Alantoide: auxilia nas trocas gasosas. Nos répteis e aves, ele armazena o produto da excreção do embrião;
- Placenta: exclusiva dos mamíferos, faz a troca de substâncias da mãe com o filhote, como nutrição, respiração e excreção

Exercícios

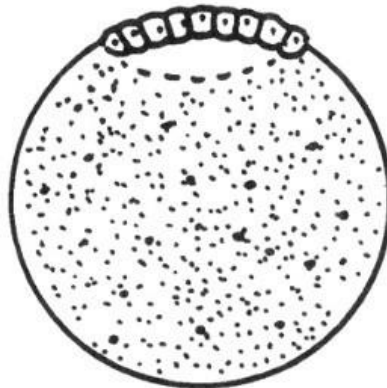
- 1.** O estudo do desenvolvimento embrionário dos animais foi organizado, de forma geral, em três etapas principais: segmentação, gastrulação e organogênese.
- Com relação a essas etapas, assinale a proposição correta.
- a) Durante o processo de formação do embrião dos mamíferos, ocorre formação do anexo embrionário alantoide cuja função é permitir a troca de gases e nutrientes e a eliminação de excretas fetais dissolvidos.
 - b) Através da placenta, o feto recebe da mãe nutrientes e oxigênio e retorna excretas nitrogenadas e gás carbônico.
 - c) Os embriões de todos os animais apresentam os três folhetos germinativos sendo, por isso, denominados de triblásticos.
 - d) As células ovo ou zigoto são classificadas com base na quantidade e distribuição de vitelo. Assim, os ovos classificados como telolécitos são aqueles que apresentam uma grande quantidade de vitelo que ocupa boa parte da célula e estão presentes em mamíferos.
- 2.** O desenvolvimento embrionário é diversificado entre os diferentes grupos animais, e ocorre, de maneira geral, em três fases consecutivas. Assinale a alternativa correta quanto ao desenvolvimento embrionário dos anfioxos.
- a) A organogênese é a fase em que o arquêntero, ou intestino primitivo, é formado a partir da blastocel.
 - b) A gastrulação é o processo de formação dos órgãos, sendo possível visualizar o tubo neural e o intestino, ao final dessa fase.
 - c) A organogênese é o processo de transformação da blástula em gástrula.
 - d) A segmentação é um processo em que o zigoto sofre clivagens (divisões), originando os blastômeros.
 - e) A neurulação é o início da formação dos folhetos embrionários denominados ectoderme e endoderme, a partir da gástrula.
- 3.** Gêmeos monozigóticos podem compartilhar um único cório, um único âmnio e uma única placenta quando durante o desenvolvimento embrionário ocorrer:
- a) A divisão de uma gástrula em dois blastocistos.
 - b) A divisão de um blastômero em duas mórulas.
 - c) A divisão de uma mórula em duas blástulas.
 - d) A divisão do disco embrionário.
 - e) A divisão do embrioblasto.
-

4. Com relação à embriologia humana e seus anexos embrionários, assinale a alternativa correta.
- O âmnio, situado externamente ao cório, tem função de eliminar as excretas e realizar as trocas gasosas.
 - A gástrula é formada por uma massa de células justapostas sem formar cavidades.
 - Nos humanos, a ectoderme formará a derme, os ossos, os músculos, as cartilagens, os órgãos excretores e genitais, os órgãos do aparelho circulatório, o peritônio e o mesentério.
 - O saco vitelínico não aparece em nenhum estágio da embriogênese humana.
 - Ao longo do dorso do embrião dos cordados, a ectoderme forma um sulco que se aprofunda e cujos bordos superiores se soldam, originando um tubo ou canal neural.

5. A estrutura tubular apontada, na figura abaixo, tem origem a partir de um processo de invaginação de células ectodérmica, que ocorre no dorso do embrião e tem por função originar o(a):



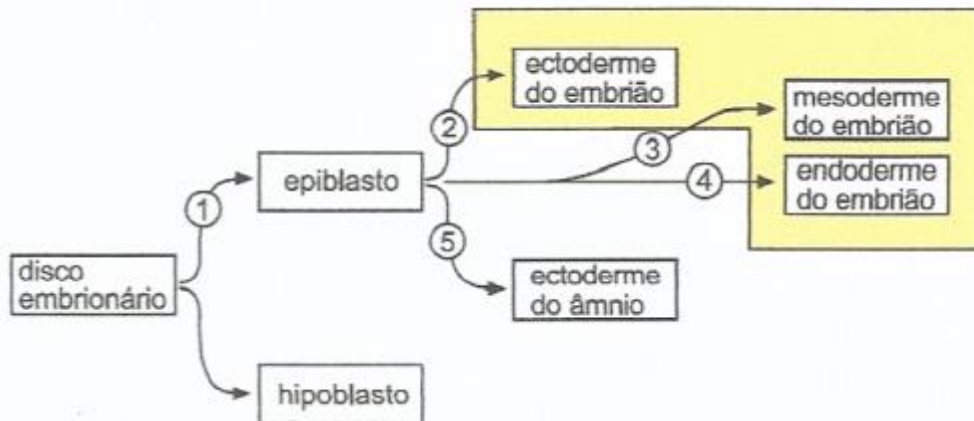
- Celoma.
 - Placenta.
 - Notocorda.
 - Intestino primitivo.
 - Sistema nervoso.
6. A figura abaixo representa um corte através de uma blástula.



Pela disposição dos blastômeros e do vitelo, pode-se afirmar que essa blástula se originou a partir de um ovo:

- Telolécito.
- Centrolécito.
- Heterolécito.
- Oligolécito.
- Alécito.

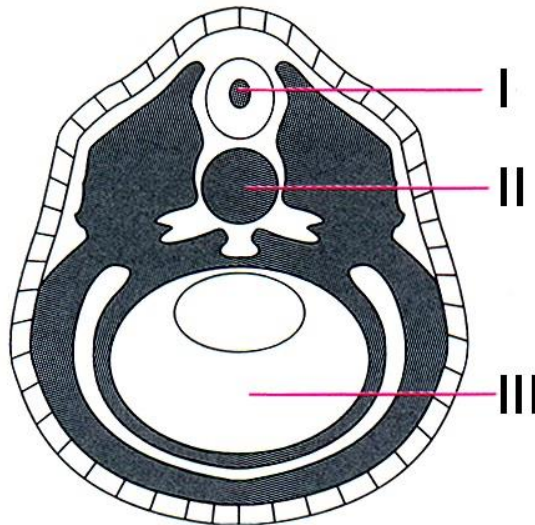
7. Observe o esquema que representa a origem dos tecidos embrionários humano.



Considere que exista uma mutação em uma das divisões mitóticas que ocorrem no desenvolvimento do embrião. Se essa mutação ocorrer na fase indicada pela seta de número:

- 1, nenhuma das células do embrião apresentará a mutação.
 - 2, as células produzidas pela medula óssea apresentarão a mutação.
 - 3, as células da musculatura esquelética apresentarão a mutação.
 - 4, as células da epiderme e anexos, como unhas e pelos, apresentarão a mutação.
 - 5, os óvulos ou os espermatozoides do indivíduo adulto apresentarão a mutação.
8. Durante o desenvolvimento embrionário, a gastrulação envolve movimentos extensivos e altamente integrados de células e tecidos, resultando em um rearranjo dramático de células da blástula. A gastrulação converte a blástula esférica em uma configuração mais complexa de três camadas germinativas. A camada externa é o ectoderma, a interna é o endoderma e a formação de bolsas externas ao arquêntero origina o mesoderma. Considerando as estruturas que são formadas a partir das três camadas germinativas, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, apenas estruturas que serão originadas a partir do mesoderma.
- Sistema nervoso, fígado e revestimento da bexiga urinária.
 - Revestimento epitelial do tubo digestivo, epiderme e fígado.
 - Músculos, sistema urinário e sistema cardiovascular.
 - Revestimento epitelial do sistema respiratório, revestimento da bexiga urinária e pâncreas.
 - Unhas, pelos e glândulas endócrinas e exócrinas.

9. A figura abaixo representa um corte de embrião de anfíbio.



O tecido que dará origem ao sistema nervoso e aquele que será substituído pela coluna vertebral estão indicados, respectivamente, em:

- a) I e II.
 - b) I e III.
 - c) II e I.
 - d) II e III.
 - e) III e II.
10. Nos organismos multicelulares, após a fecundação, tem início o desenvolvimento embrionário (a embriogênese) que dará origem ao novo indivíduo. Durante esse desenvolvimento é correto afirmar que:
- a) A primeira fase do desenvolvimento denomina-se organogênese, originando a mórula.
 - b) Todos os órgãos serão formados por apenas um único tipo de tecido.
 - c) Por ocorrerem, durante o desenvolvimento, mitoses e meioses, haverá órgãos haploides e órgãos diploides.
 - d) Uma das fases do desenvolvimento denomina-se gastrulação, que se caracteriza pela formação de folhetos embrionários, do arquêntero e do blastóporo.
 - e) Em todos os animais, na organogênese, ocorre a formação da notocorda.

Gabarito

1. **B**

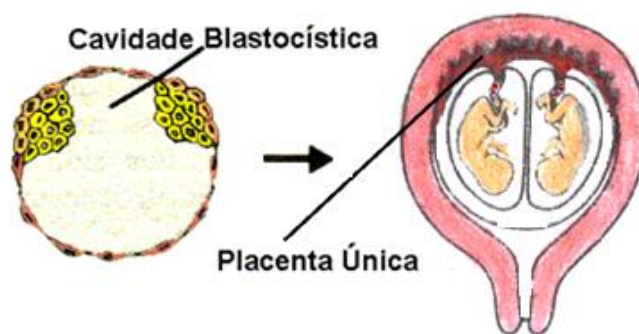
A placenta é o local de troca entre a mãe e o feto (atenção! O sangue não se mistura, ocorre a passagem por difusão), recebendo nutrientes e oxigênio e retornando ao sangue materno os produtos nitrogenados e CO_2

2. **D**

A clivagem consiste em sucessivas divisões celulares sem aumento de citoplasma, que se inicia após a formação do zigoto e ocorre durante a fase de mórula.

3. **D**

Quando a separação dos gêmeos monozigóticos ocorre em menos de três dias da fecundação, cada um terá seu próprio anexo embrionário (até a fase de mórula). Caso a separação ocorra entre o 3º e o 9º dia de gestação (fase de blástula), o que é mais comum, os gêmeos irão compartilhar os anexos embrionários, como citado na questão. Isto ocorre pois nesta fase de blástula podemos dividir o embrião em trofoblasto e embrioblasto. O trofoblasto formará os anexos embrionários, enquanto o embrioblasto formará o embrião diferenciando em disco embrionário (aglomerado que dá origem aos folhetos embrionários). Caso o disco embrionário se divida em dois, temos gêmeos com anexos embionários compartilhados.



4. **E**

A ectoderme é responsável, além da formação do revestimento externo corporal, pela origem do SNC que, nos cordados, ocorre na região dorsal do corpo.

5. **E**

Esse processo mostra a invaginação do tubo neural a partir da ectoderme, que originará o sistema nervoso.

6. **A**

Dada a grande quantidade de vitelo, representada por pontos na imagem, vemos que se trata de um ovo telolécito.

7. **C**

O disco embrionário é o que dá origem aos folhetos embrionários. Em sua primeira diferenciação, forma-se o epiblasto (camada superior) e o hipoblasto (camada inferior). Caso a mutação fosse em 1, todas as células apresentariam a mutação; caso fosse em 2, as células do tecido epitelial e tecido nervoso apresentariam a mutação; caso fosse em 4, células dos órgãos do sistema digestório apresentariam a mutação; caso fosse em 5, apenas o anexo embrionário possuiria a mutação, e não as células do humano.

8. C

O ectoderma origina o revestimento externo do corpo e o tecido nervoso. O endoderma faz o revestimento interno do trato gastrointestinal e respiratório. Assim, praticamente todo o restante é originado do mesoderma, como músculos, grande parte do sistema urinário e sistema cardiovascular.

9. A

O número I é o tubo neural, responsável pela formação do sistema nervoso. A notocorda, II, é substituída pela coluna vertebral nos seres humanos. Importante lembrar que não é a notocorda que gera o sistema nervoso.

10. D

Na fase de gástrula, há a migração celular, formando-se o mesoderma, que intercala com o ectoderma e o endoderma. Arquêntero é o “intestino primitivo” e o blastóporo é a abertura do arquêntero.