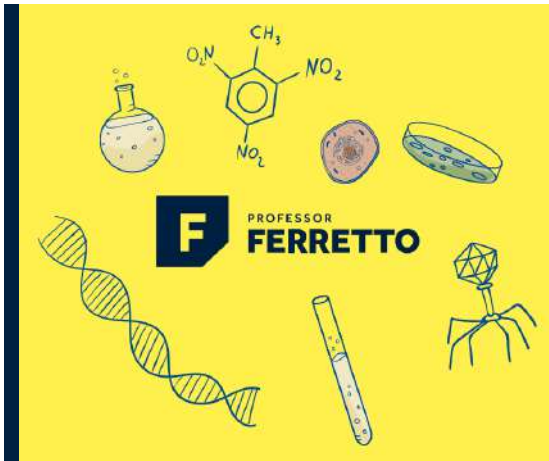


Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



INTRODUÇÃO À EMBRIOLOGIA

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Uma vez que a célula-ovo é formada, ocorre uma série de modificações na mesma até que o organismo adulto seja formado. Essas modificações envolvem mitoses, de maneira que a célula-ovo inicial origina, dependendo do organismo, até trilhões de outras células, e envolvem também processos de diferenciação celular.

A Embriologia é a parte da Biologia que estuda o **desenvolvimento ontogenético ou embrionário** do organismo, ou seja, este conjunto de modificações que ocorrem desde a célula-ovo até que o indivíduo esteja completamente formado.

PADRÃO GERAL DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

De uma maneira geral, animais apresentam seu desenvolvimento embrionário dividido em três fases: segmentação, gastrulação e organogênese.

1. SEGMENTAÇÃO

A **segmentação** está relacionada às primeiras divisões mitóticas que ocorrem no embrião, denominadas clivagens. Durante toda esta fase, o **volume celular do embrião permanece constante**, pois as divisões celulares são tão rápidas que as células não têm tempo de crescer.

Nessa etapa, as células do embrião são denominadas **blastômeros**. Em humanos, esses blastômeros são normalmente conhecidos como **células-tronco embrionárias (ou CTE)**, sendo totalmente **indiferenciadas** e com capacidade de originar qualquer outra célula do organismo, sendo ditas então **totipotentes (ou pluripotentes em alguns momentos)**.

ASSUNTOS DA AULA.

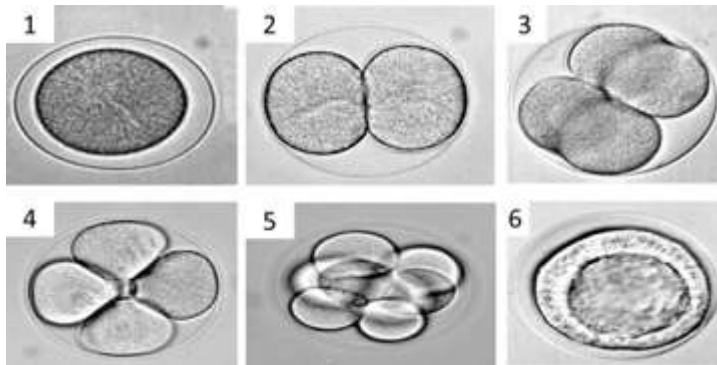
Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- **Desenvolvimento embrionário**
- [Padrão geral de desenvolvimento](#)
- [Segmentação](#)
- [Gastrulação](#)
- [Organogênese](#)
- **Influência de óvulo no desenvolvimento de tipo embrionário**
- **Tipos de óvulo quanto a quantidade de vitelo**
- [Alécito](#)
- [Oligolécito ou isolécito](#)
- [Héterolécito ou mediolécito ou telolécito incompleto](#)
- [Telolécito](#)
- [Megalécito](#)
- [Centrolécito](#)
- **Segmentação**
- [Segmentação holoblástica ou total](#)
- [Segmentação meroblástica ou parcial](#)
- **Gastrulação**
- [Arquênton e blastóporo](#)
- [Folhetos embrionários ou folhetos germinativos](#)
- [Tipos de gastrulação](#)
- **Organogênese**

A segmentação envolve a passagem pela **mórula**, estrutura maciça semelhante a uma amora (e daí o nome mórula), com cerca de 16 a 32 blastômeros.

Ao fim da segmentação, o embrião encontra-se como uma estrutura denominada **blástula**, com uma cavidade interna denominada blastocele e com cerca de 100 blastômeros.

Como será melhor estudado adiante, em humanos, essa é o melhor momento para a obtenção de células tronco embrionárias totipotentes, pois é a fase da segmentação com maior número de blastômeros. Células-tronco apresentam uma série de aplicações médicas em potencial.



1. Zigoto;
2. Embrião com 2 blastômeros;
3. Embrião com 4 blastômeros;
4. Embrião com 8 blastômeros;
5. Mórula;
6. Blástula com cavidade blastocele.

2. GASTRULAÇÃO

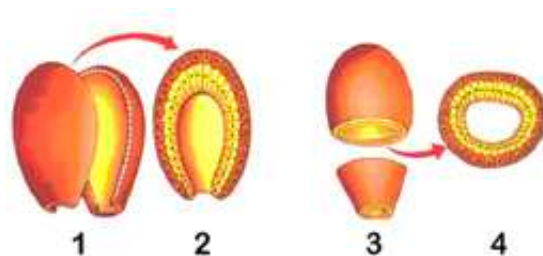
A gastrulação continua com as divisões celulares, embora num ritmo bem mais lento. Nesta fase, o embrião começa a aumentar de volume, e esse aumento é mantido até a idade adulta.

O processo de gastrulação caracteriza-se basicamente por:

- aparecimento da cavidade digestiva primitiva, dita gastrocele ou arquênteron;
- aparecimento do blastóporo, orifício do arquênteron, que originará o ânus ou a boca do embrião;
- aparecimento dos folhetos embrionários (**endoderme, mesoderme e ectoderme**).



Esquema do início da gastrulação por embolia ou invaginação.



Em 1, um gástrula em corte longitudinal; 2 indica um corte idêntico em gástrula didérmica de anfioxo (você pode observar o blastóporo, espécie de boca desse balão que é a gástrula); 3 indica um corte transversal do balão; 4 idêntico corte na mesma gástrula (mas, agora, você vê o blastóporo). Assim, em muitas representações da gástrula não aparece o blastóporo. É porque, nesses casos, a gástrula é vista em corte transversal.

Arquênteron e blastóporo

A cavidade digestiva primitiva, ou seja, o arquênteron, vai originar o tubo digestivo do organismo adulto. Este tubo digestivo pode ser incompleto (com um único orifício correspondendo simultaneamente à boca e ao ânus) ou completo (com dois orifícios distintos para boca e ânus).

No primeiro caso, chamado de tubo digestivo incompleto, o blastóporo origina esse orifício único. Isso ocorre em cnidários e platelmintos. Os animais com tubo digestivo incompleto podem ser chamados de entozoários incompletos.

No segundo caso, chamado de tubo digestivo completo, o blastóporo pode originar duas estruturas:

- Se o blastóporo originar a boca, o ânus se formará posteriormente apenas, e o organismo é dito **protostômio**. Isso ocorre em **nematelmintos, moluscos, anelídeos e artrópodes**.

- Se o blastóporo originar o ânus, a boca se formará posteriormente apenas, e o organismo será dito **deuterostômio**. Isso ocorre em **equinodermos e cordados**.

Os animais com tubo digestivo completo podem ser chamados de entozoários completos.

Apesar de dotados de tubo digestivo incompleto, por questões de relações evolutivas, **platelmintos** são muitas vezes descritos como **protostômios**.

Folhetos embrionários ou folhetos germinativos

Os folhetos embrionários ou folhetos germinativos são tecidos de características embrionárias, que se diferenciam nos tecidos adultos do organismo. Os folhetos embrionários correspondem a:

- **ectoderme**, mais externa;
- **mesoderme**, intermediária, normalmente formada somente na organogênese, e podendo estar ausente;
- **endoderme**, mais interna.

Tome nota:

Na fase de gastrulação, inicialmente são formados dois folhetos, a ectoderme, mais externa, e a mesentoderme, mais interna. A mesentoderme então se diferencia em mesoderme e endoderme. A mesoderme se forma a partir da mesentoderme que forma o teto do arquênteron, e a endoderme se forma a partir das demais regiões da mesentoderme.

Observe então que, logo que ocorre a diferenciação da mesentoderme em mesoderme e endoderme, o arquênteron é delimitado parte por mesoderme e parte por endoderme.

Organismos que possuem apenas ectoderme e endoderme, portanto, dois folhetos embrionários apenas, são ditos **diblásticos** ou **diplobásticos**. São diblásticos os **cnidários**.

Organismos que possuem ectoderme, mesoderme e endoderme, portanto, os três folhetos embrionários, são ditos **triblásticos** ou **triploblásticos**. São triblásticos **platelmintos, nematelmintos, moluscos, anelídeos, artrópodes, equinodermos e cordados**.

Apesar de alguns autores considerarem poríferos como diblásticos, por possuírem duas camadas de células em sua larva, é preferível que não se refira a eles como tal, uma vez que não possuem organização tecidual (**parazoários**), não fazendo sentido então a menção à existência de duas camadas de folhetos (“tecidos”) embrionários.

3. ORGANOGÊNESE

A **organogênese** caracteriza-se pelo aparecimento dos primeiros tecidos já diferenciados e dos órgãos e sistemas. Ela se divide em:

3.1. Neurulação, quando o embrião assume a forma de néurula, e caracterizada pela formação de:

- **Tubo Nervoso**
- **Mesoderme**
- **Notocorda**

3.2. Organogênese propriamente dita, caracterizada pelo surgimento de:

- **1ºs tecidos adultos**
- **1ºs órgãos**

Período fetal

No caso de humanos, ao fim da organogênese, o embrião passa a ser chamado de feto, com todas as estruturas formadas, mas ainda precisando crescer para sobreviver fora do corpo da mãe. Em humanos, podemos caracterizar o feto a partir de **40 dias (= 6 semanas = 1,5 mês)** de desenvolvimento.

INFLUÊNCIA DO TIPO DE ÓVULO NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Óvulos (ou ovócitos) armazenam substâncias nutritivas na forma de um material chamado genericamente de vitelo ou deutoplasma. Seu principal componente é uma proteína denominada albumina, e sua função é fornecer matéria e energia para a adequada formação do embrião.

Parte do vitelo é produzido pelo próprio óvulo em formação (ovócito), mas parte dele tem origem em estruturas fora do ovário, particularmente o fígado. Células hepáticas lançam as proteínas constituintes do vitelo no sangue, e ao chegar ao ovário, tais proteínas são transferidas para o interior do ovócito por endocitose. Na maioria dos animais (vertebrados e a maioria dos invertebrados), o vitelo se encontra completamente no interior do óvulo, sendo estes óvulos denominados **endolécitos**. Em certos invertebrados, como alguns platelmintos como a planária, o vitelo fica por fora, ao redor do óvulo, sendo estes óvulos conhecidos como **ectolécitos**.

O padrão de divisões celulares na segmentação depende diretamente da quantidade de vitelo no óvulo. Essa relação pode ser feita porque, nas regiões do óvulo onde há mais vitelo, a divisão celular é dificultada, ocorrendo de forma mais lenta.

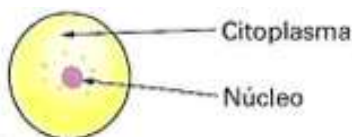
Esta divisão celular mais lenta nas áreas com mais vitelo tem outro efeito: as células das áreas com menos vitelo apresentam menor tamanho do que as células das áreas com mais vitelo. Isso ocorre porque, como as áreas com mais vitelo se dividem mais lentamente, as células fizeram um menor número de divisões se comparado às células das áreas sem vitelo.

Para que se possa entender melhor os possíveis padrões de segmentação em relação às quantidades e ao padrão de distribuição do vitelo no óvulo, a seguir tem-se uma possível classificação dos óvulos.

TIPOS DE ÓVULOS QUANTO À QUANTIDADE DE VITelo

1. ALÉCITO (A = SEM, LECITO = VITelo)

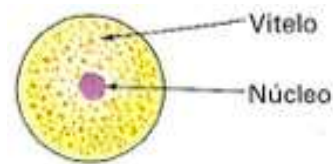
Na maioria dos mamíferos, o óvulo é praticamente desprovido de vitelo, uma vez que a nutrição do embrião é basicamente placentária, podendo ser considerado como um óvulo alécito. Na verdade, existe vitelo neste óvulo, mas comparativamente aos outros tipos de óvulo, a quantidade é tão pequena que pode-se considerá-la praticamente nula. Alguns autores não reconhecem essa categoria e inclui esses óvulos no grupo dos oligo ou isolécitos. Ocorrência: mamíferos placentários (eutérios).



Quando ocorre diferença de distribuição de vitelo entre as áreas do óvulo, reconhecem-se duas regiões no mesmo. Uma área com **menos vitelo**, denominada **polo animal**, onde a **clivagem mais rápida gera blastômeros menores (micrômeros)**, e uma área com **mais vitelo**, denominada **polo vegetativo (ou vegetal)**, onde a **clivagem é mais lenta**, gerando **blastômeros maiores (macrômeros)**, ou às vezes nem mesmo ocorre.

2. OLIGOLÉCITO OU ISOLÉCITO (OLYGO = POUCO, ISO = IGUAL)

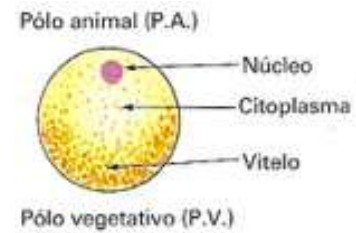
Possui pequena quantidade de vitelo, homogênea ou quase homogeneamente distribuído pelo citoplasma, começando a haver uma leve distinção entre um polo animal, com menos vitelo, e um polo vegetal, com mais vitelo. Ocorrência: poríferos, cnidários, alguns platelmintos, nematelmintos, alguns moluscos, equinodermos e proto-cordados (ascídia, anfioxo).



Tome nota:

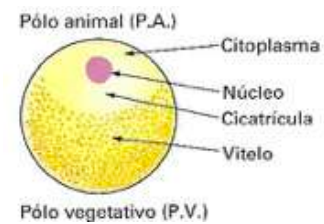
3. HETEROLÉCITO OU MEDIOLÉCITO OU TELOLÉCITO INCOMPLETO (HETERO = DIFERENTE)

Possui quantidade mediana de vitelo, havendo nítida distinção entre polo animal, com menos vitelo e onde se localiza o núcleo, e polo vegetativo, com mais vitelo. Ocorrência: alguns platelmintos, alguns moluscos, anelídeos, alguns peixes e anfíbios.



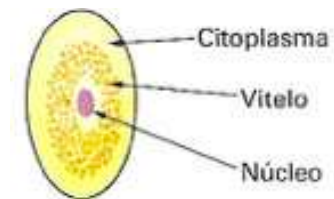
4. TELOLÉCITO (COMPLETO) OU MEGALÉCITO (TELO = FIM)

Possui grande quantidade de vitelo, sendo bastante grande, também havendo nítida distinção entre o polo animal e polo vegetativo. O núcleo fica muito deslocado para o polo animal, numa região denominada cicatricula, que é onde as clivagens ocorrerão na segmentação. Ocorrência: moluscos cefalópodes, alguns peixes, répteis, aves e mamíferos ovíparos (ornitorrinco, équidna).



5. CENTROLÉCITO (CENTRO = MEIO)

Possui grande quantidade de vitelo, ocupando praticamente toda a célula, ficando a porção do citoplasma sem vitelo reduzida a uma pequena região na periferia da célula e junto ao núcleo. Ocorrência: maioria dos artrópodes



Importante!

Existe divergência entre autores quanto aos tipos de óvulos. Dois dos autores mais recomendados para o Ensino Médio têm posturas diferentes:

- Sônia Lopes reconhece os cinco tipos de óvulos descritos anteriormente: alécitos, oligolécitos, heterolécitos, telolécitos e centrolécitos.
- Amabis & Martho e Sérgio Linhares & Fernando Gewandszajder reconhecem apenas quatro desses tipos, uma vez que considera alécitos e oligolécitos como um único grupo; assim, os quatro tipos de óvulo são: oligolécitos, heterolécitos, telolécitos e centrolécitos.

SEGMENTAÇÃO

O processo de **segmentação** consiste nas **primeiras divisões mitóticas do zigoto (clivagens)** e ocorre de tal maneira que **não ocorre alteração no volume celular**. Em outras palavras, a soma do volume de todas as células geradas na segmentação é igual ao volume inicial do próprio zigoto.

As divisões sem aumento de citoplasma que ocorrem na segmentação geram blastômeros progressivamente menores, e conseqüentemente com uma maior relação superfície/volume. Isso possibilita um maior aproveitamento (absorção através da membrana plasmática) dos nutrientes provenientes do meio extracelular, o que compensa a também progressiva redução na quantidade de vitelo intracelular. No zigoto, por exemplo, que tem o tamanho do óvulo, sendo pois muito grande, a pequena relação superfície/volume não traz prejuízos à célula porque a nutrição não se dá a partir do meio extracelular através da membrana plasmática, e sim pelo vitelo armazenado no interior da célula.

Cada célula gerada por mitose a partir do zigoto, durante o processo de segmentação, é denominada **blastômero**.

Como já mencionado, o tipo de óvulo influencia o padrão de segmentação de acordo com a quantidade e distribuição do vitelo, visto que áreas do óvulo com muito vitelo dividem-se mais lentamente do que áreas com pouco vitelo.

TIPOS DE SEGMENTAÇÃO

A segmentação pode ocorrer em dois padrões principais:

- **holoblástica ou total**, em ovos com pouco vitelo (alécito, oligolécito e heterolécito), onde a segmentação ocorre no ovo todo;
- **meroblástica ou parcial**, em ovos com muito vitelo (telolécito e centrolécito), distribuído de modo heterogêneo, de maneira que a segmentação não ocorre no ovo todo, só na região do ovo com menor quantidade de vitelo.

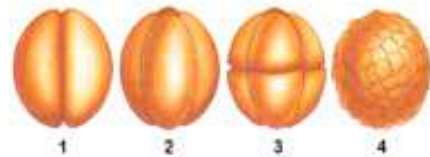
1. SEGMENTAÇÃO HOLOBLÁSTICA OU TOTAL

A segmentação total ocorre em zigotos provenientes de óvulos com pequena quantidade de vitelo, de maneira que ocorre segmentação em toda a extensão do ovo. Este tipo de segmentação ocorre nos óvulos alécitos, oligolécitos e heterolécitos.

Como esses óvulos possuem quantidades e pa-

drões de distribuição de vitelo diferentes, existem três subdivisões para a segmentação total:

1.1. Segmentação total igual: ocorre em óvulos com pouco vitelo uniformemente distribuído sem distinção de polo vegetativo e polo animal, como alécitos. Formam-se oito blastômeros iguais após a terceira clivagem.



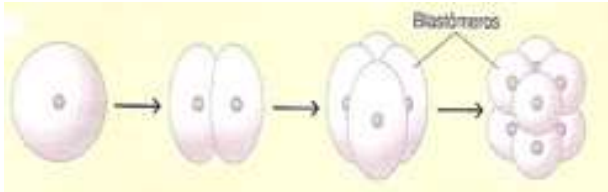
Segmentação total igual em zigoto oriundo de óvulo alécito. Fases de dois, quatro, oito e 64 blastômeros, esta última já qualificada como mórula. A segmentação é chamada igual porque todos os blastômeros formados são iguais entre si. Apesar de na espécie humana a segmentação ser total igual, na verdade a mórula contém apenas de 16 a 22 células, o que ocorre porque a divisão das células não é exatamente uniforme.

1.2. Segmentação total quase igual ou subigual: ocorre em óvulos com um pouco mais de vitelo no polo vegetativo que no polo animal, como em oligolécitos. No polo vegetativo, por haver um pouco mais de vitelo, os blastômeros dividem-se um pouco mais lentamente sendo um pouco maiores que os do polo animal, de divisão mais rápida. A partir da terceira clivagem notam-se esses blastômeros maiores, que são ditos macrômeros, e blastômeros menores, ditos micrômeros. Na segmentação total

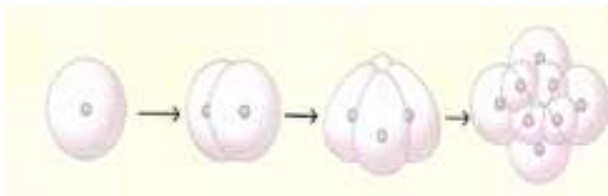
quase igual, os macrômeros e micrômeros apresentam quase que o mesmo tamanho.

De acordo com a sequência de planos de divisão celular nas clivagens, pode-se ter os seguintes padrões na segmentação total igual e na segmentação total subigual:

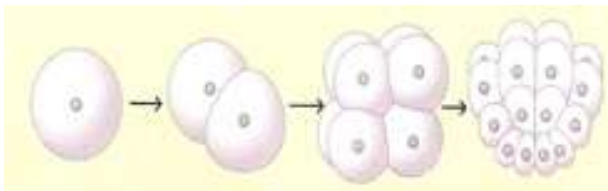
- **Radial** (em equinodermos e cefalocordados)



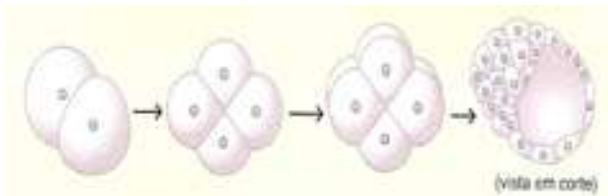
- **Espiral** (em platelmintos, moluscos e anelídeos)



- **Bilateral** (em urocordados)

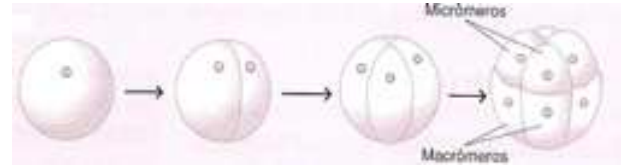


- **Rotacional** (em nematelmintos e mamíferos placentários)



1.3. Segmentação total desigual: ocorre em óvulos heterolécitos, onde há nítida diferenciação entre polo vegetativo (com maior quantidade de vitelo) e polo animal (com menor quantidade de vitelo). A segmentação no polo vegetativo é mais lenta, de maneira que ele apresenta blastômeros

os maiores, ditos macrômeros, enquanto que o polo animal apresenta blastômeros menores, os micrômeros. A diferença entre macrômeros e micrômeros é bastante evidente neste tipo de segmentação.

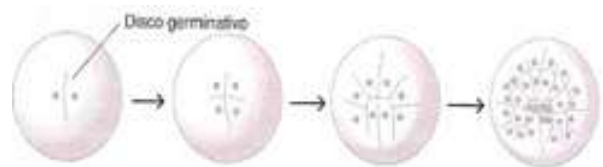


2. SEGMENTAÇÃO MEROBLÁSTICA OU PARCIAL

Nos zigotos provenientes de óvulos com grandes quantidades de vitelo, algumas áreas dos óvulos não chegam sequer a sofrer segmentação, devido à enorme quantidade de vitelo. Assim, certas áreas do óvulo sofrem segmentação e outras não.

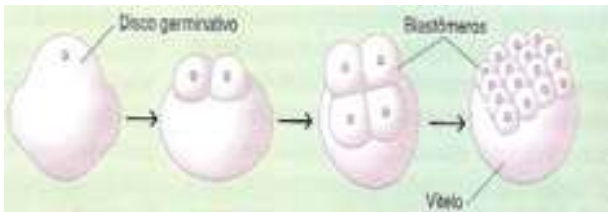
A segmentação parcial ocorre em óvulos telolécitos e centrolécitos. Como o padrão de distribuição de vitelo é diferente nestes dois tipos de óvulo, existem dois tipos de segmentação parcial:

2.1. Segmentação parcial discoidal: ocorre em óvulos telolécitos, que apresentam enormes quantidades de vitelo em todo o óvulo, principalmente no polo vegetativo. A segmentação restringe-se à área de polo animal, que apresenta menos vitelo. Esta área de polo animal no óvulo telolécito, quando começa a segmentação, forma um disco de células, sendo que o resto do óvulo permanece sem segmentação. Daí então o termo discoidal. O disco de células situa-se numa região do polo animal, chamada cicatrícula ou disco germinativo.

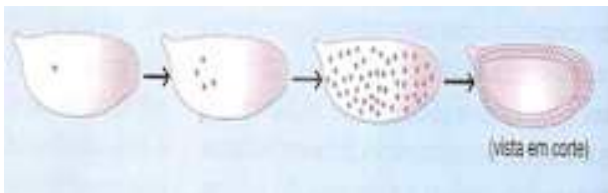


Segmentação parcial discoidal vista por cima; apenas a cicatrícula sofre clivagem, originando os primeiros blastômeros, sendo que a região rica em vitelo do polo vegetativo não passa por qualquer processo de divisão celular.

Em moluscos cefalópodes, o padrão de segmentação parcial pode ser chamado de bilateral, ao invés de discoidal. A diferença para a discoidal está na sequência dos planos de divisão celular nas clivagens.



2.2. Segmentação parcial superficial: ocorre em óvulos centrolécitos, que apresentam grandes quantidades de vitelo na região central da célula. O núcleo, que também está no centro, é rodeado por uma fina camada de citoplasma. Durante a clivagem, o núcleo divide-se várias vezes (sem a divisão do citoplasma que o rodeia) e esses pequenos grupos migram para a periferia da célula, uma vez que a região central tem muito vitelo, impedindo que ocorra a segmentação. Uma vez na periferia, os núcleos promovem a segmentação, pela divisão do citoplasma entre os núcleos gerados, de tal maneira que os blastômeros gerados ficam envolvendo o vitelo central.



Segmentação parcial superficial em zigoto de inseto.

Processo de segmentação

A segmentação, de uma maneira geral, envolve três etapas: segmentação propriamente dita, mórula e blástula.

A fase inicial é a de segmentação propriamente dita. Nela, ocorrem as clivagens, com a produção dos blastômeros. A primeira divisão ocorre num determinado plano, a segunda num plano perpendicular ao primeiro, a terceira num plano perpendicular aos dois primeiros.

Quando o embrião possui cerca de 32 a 64 células, assume a forma de uma massa aproximada-

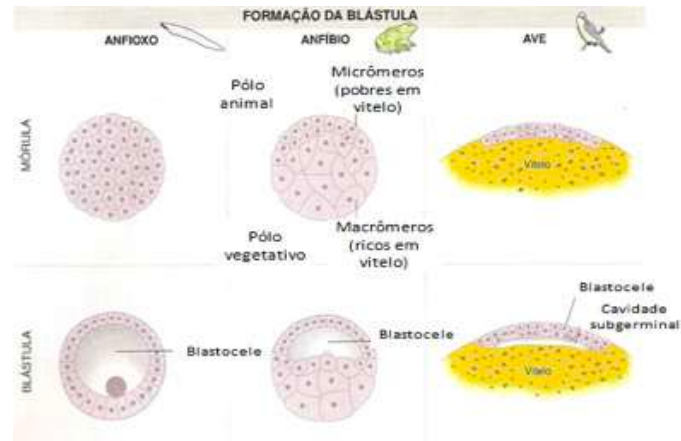
mente esférica e multicelular semelhante a uma amora, assumindo o nome de mórula. A mórula apresenta exatamente o mesmo volume do zigoto inicial.

Depois da mórula, começa a haver a entrada de líquido no embrião, o que leva ao surgimento de uma cavidade interna denominada blastocele, o que caracteriza a fase de blástula. Devido à entrada de água, o embrião aumenta de volume. Entretanto, não há aumento no volume total de células, que ainda é o mesmo do zigoto.

Nos ovos alécitos, oligolécitos e heterolécitos, a blástula é bem desenvolvida, sendo a blástula dita celoblástula.

Nos ovos telolécitos, não aparece uma cavidade blastocele verdadeira, pois a cavidade não é inteiramente delimitada pelos blastômeros, e sim parte pelos blastômeros e parte pelo vitelo. Esta cavidade é chamada cavidade subgerminal, sendo, como a blastocele, preenchida por líquido. Nesse caso, tem-se a blástula dita discoblástula.

Tome nota:



Formação da blástula; no anfioxo, a ampla blastocele é denominada celoblástula; em aves, a cavidade reduzida e delimitada inferiormente diretamente por vitelo, e não por blastômeros, é denominada cavidade subgerminal.

Em humanos, a mórula possui apenas de 16 a 22 células. A blástula na nossa espécie é chamada de **blastocisto**. Este termo é utilizado porque é nessa fase que ocorre a nidação, ou seja, o encistamento do embrião na mucosa uterina. O blastocisto apresenta duas regiões, um disco de células denominado **embrioblasto**, que dará origem ao embrião, e uma camada de células delimitantes da blastocele, denominada trofoblasto, que dará origem à placenta.



Representação esquemática da blástula em humanos.
Em a, trofoblasto; em b, embrioblasto; em c, blastocele.

GASTRULAÇÃO

A **gastrulação** caracteriza-se basicamente por:

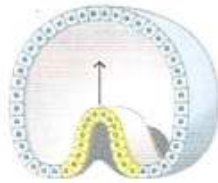
- aparecimento da cavidade digestiva primitiva, dita **gastrocele** ou **arquênteron**;
- aparecimento do **blastóporo**, orifício do arquênteron, que originará o ânus ou a boca do embrião;
- aparecimento dos **folhetos embrionários (endoderme, mesoderme e ectoderme)**.

TIPOS DE GASTRULAÇÃO

O processo de gastrulação pode ocorrer por alguns possíveis mecanismos.

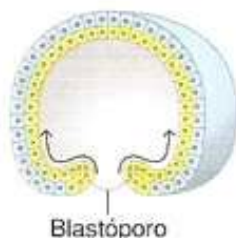
(1) Invaginação ou embolia

Consiste no dobramento do embrião, de modo que a camada inferior de células (macrômeros) se invagina, penetrando na blastocele, que aos poucos se reduz. Os macrômeros acabam por encostar na face interna da camada de micrômeros. Nesse estágio precoce de gastrulação há dois folhetos embrionários nítidos: o externo, correspondente aos micrômeros (ectoderme) e o interno, correspondente aos macrômeros (mesentoderme). A nova cavidade que se formou, envolvida pela endoderme, é o próprio arquênteron, e o orifício que comunica esta cavidade com o meio externo é o blastóporo. Ocorre, por exemplo, em equinodermos e protocordados.



(2) Involução

Consiste na migração de células, por dentro do embrião, a partir de um orifício em sua superfície. As células migram em contato com a camada de células da blástula, forrando a blastocele e então originando uma nova camada mais interna de células. O orifício acaba por corresponder ao blastóporo, e a cavidade (ex-blastocele) agora forrada pela nova camada de células formada passa a constituir o arquênteron. Ocorre, por exemplo, na formação da mesoderme de anfíbios.



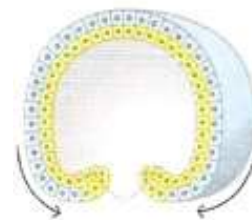
(3) Ingressão

Bastante semelhante à involução, consiste na migração de células, por dentro do embrião, mas não a partir de um orifício. Assim, a princípio, não há formação de blastóporo, o que ocorrerá posteriormente por outros processos. Ocorre, por exemplo, na formação da mesoderme de equinodermos.



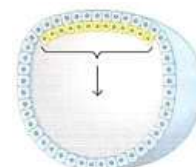
(4) Epibolia ou recobrimento

Nesse processo, os micrômeros do polo animal multiplicam-se e acabam por envolver os macrômeros do polo vegetativo. Os macrômeros sem modificação passam a constituir uma camada interna, enquanto que os micrômeros que os envolveram formam uma camada externa. Esse processo também não envolve a formação de blastóporo, o que também se dará posteriormente por outros processos. Ocorre, por exemplo, na formação da ectoderma de equinodermos e anfíbios.



(5) Delaminação

Consiste na formação de lâminas (camadas) celulares através de divisões celulares paralelas à superfície do embrião. Ocorre, por exemplo, na formação dos primeiros folhetos em reptéis, aves e mamíferos.



Observe que há, muitas vezes, vários processos ocorrendo de modo simultâneo para a formação de estruturas embrionárias na gastrulação. Nos anfíbios, por exemplo, a gastrulação ocorre por uma combinação dos dois processos: embolia (ou involução, dependendo do autor) e epibolia. Na região em que ocorre invaginação (situada no polo animal e denominada crescente cinzento) aparece externamente uma prega, que originará o limite superior do blastóporo (chamado lábio dorsal do blastóporo), que aos poucos, avança para o interior da blastocele, por embolia (ou involução). Simultaneamente, do lado oposto, os micrômeros da camada mais externa vão envolvendo os macrômeros do polo vegetativo, por epibolia.

ORGANOGÊNESE

A organogênese caracteriza-se pela diferenciação de tecidos a partir dos folhetos germinativos e pela reunião desses tecidos de modo a formarem órgãos.

O processo de organogênese em sua fase inicial é denominado nêurula, e se caracteriza pela formação dos somitos mesodérmicos e pelo aparecimento da notocorda e do tubo neural nos cordados.

Uma vez que essas estruturas são formadas, começa a diferenciação dos folhetos germinativos em tecidos adultos.

Para compreender-se melhor o processo de organogênese, será descrito o processo no anfioxo, que por ser bastante simples auxilia a compreensão do processo nos vertebrados.

Tome nota: