

ATIVIDADE 3 – BLOCO 4

DO ZIGOTO À GASTRULAÇÃO

Autoria:

Evelise Maria Nazari (UFSC)

Flávia Sant'Anna Rios (UFPR)

Yara Maria Rauh Müller (UFSC)

Objetivos:

- 1)** Entender a aquisição da multicelularidade a partir do zigoto, destacando as etapas de clivagem e de formação da blástula;
- 2)** Compreender o processo de gastrulação e o potencial de diferenciação dos folhetos embrionários.

Apresentação da aula:

O zigoto é uma célula totipotente, ou seja, a partir dele se formam todas as células do organismo. Para isso acontecer inicialmente ocorre a proliferação celular, onde todas as células apresentam o mesmo fenótipo (expressam o mesmo conjunto de genes) e tem potencial máximo de diferenciação e grau mínimo de especialização. Ao longo do desenvolvimento a proliferação celular é acompanhada por outros eventos celulares (migração e diferenciação, entre outros), de maneira que alguns tipos celulares são reconhecidos, são células pluripotentes, ou seja, já apresentam fenótipo diferente e perderem a capacidade de formar todos os tipos celulares.

Tarefa 1: A multicelularidade e a proliferação celular - confeccionando modelos tridimensionais de desenvolvimento animal

- 1) Cada grupo sorteia um modelo animal (no caso de turmas com mais alunos pode-se repetir o modelo animal).
- 2) Utilizar massa de modelar ou outro material, os quais serão separados em 2 conjuntos:
Conjunto 1: representação do zigoto e da clivagem. A massa de modelar será dividida em partes iguais, de acordo com a quantidade de modelos que serão representados pelo grupo.
Conjunto 2: representação da fase de blástula (visão externa e em corte). A quantidade de massa de modelar deverá contemplar o aumento nas dimensões da blástula em relação à mórula.
- 3) Elaboração de legenda autoexplicativa descrevendo os modelos representados.
- 4) Apresentação e discussão dos modelos no grande grupo.

Questões para responder:

1) Analisando as representações feitas pelos grupos, no contexto geral de clivagem **holoblástica** e clivagem **meroblástica**, liste as principais semelhanças e diferenças observadas nestes dois modelos.

Semelhanças	Diferenças

2) Elabore hipótese(s) que possam justificar a diversidade de modelos de clivagem representadas pelos diferentes grupos.

3) O grupo compreendeu a solicitação de que a representação da clivagem fosse feita com modelos do mesmo tamanho? Justifique

4) O grupo observou que nos vídeos, figuras e nos modelos representados as células (blastômeros) estão bem próximas umas das outras?

Pergunta complementar: Considere que você irá abordar o conteúdo “Clivagem e formação da blástula” em sala de aula do Ensino Médio. Escolha 3 dos modelos confeccionados nesta atividade, que você também usaria nas suas aulas do Ensino Médio. Quais são esses modelos? Justifique sua resposta.

A formação da blástula (blastocisto) em mamíferos

Entre os diferentes tipos de blástula temos nos mamíferos o **blastocisto**, constituído por 2 tipos celulares, uma população de célula internas (embrioblasto) e uma população de células externas (trofoblasto), além da presença do blastocèle.



Figura 1 – Blastocisto de camundongo (Fonte: adaptado de Wolpert, 2018).

As células do trofoblasto se tornam mais pavimentosas e se aderem fortemente umas às outras, sendo que estas células não darão origem ao corpo do embrião, pois participam da formação dos anexos embrionários.

As células do embrioblasto (também chamado de massa celular interna) apresentam aspecto cúbico, sendo que essas células formarão o corpo do embrião.

Assim, no blastocisto os dois tipos celulares (populações distintas de células) seguirão caminhos diferentes, o que mostra que são tipos celulares **pluripotentes**.

Tarefa 2: Da blástula à gástrula:

A diversidade de modelos de blástula expressa a diversidade de tipos de ovos e de modelos de clivagem, que determinam a presença ou não da blastocele. Para seguir no desenvolvimento, as células da blástula começam a se reorganizar espacialmente, para formar camadas de células.

Na gastrulação, os **movimentos morfogenéticos** são responsáveis pelo reposicionamento espacial das células, que darão origem aos folhetos embrionários (ou camadas germinativas)

Assim, relembre o vídeo que você assistiu na pré-aula, onde são apresentados os principais movimentos morfogenéticos, também ilustrados abaixo.



Na figura 2 está representada a transição epitélio-mesenquimal, necessária no movimento morfogenético de ingressão (também denominado de imigração).

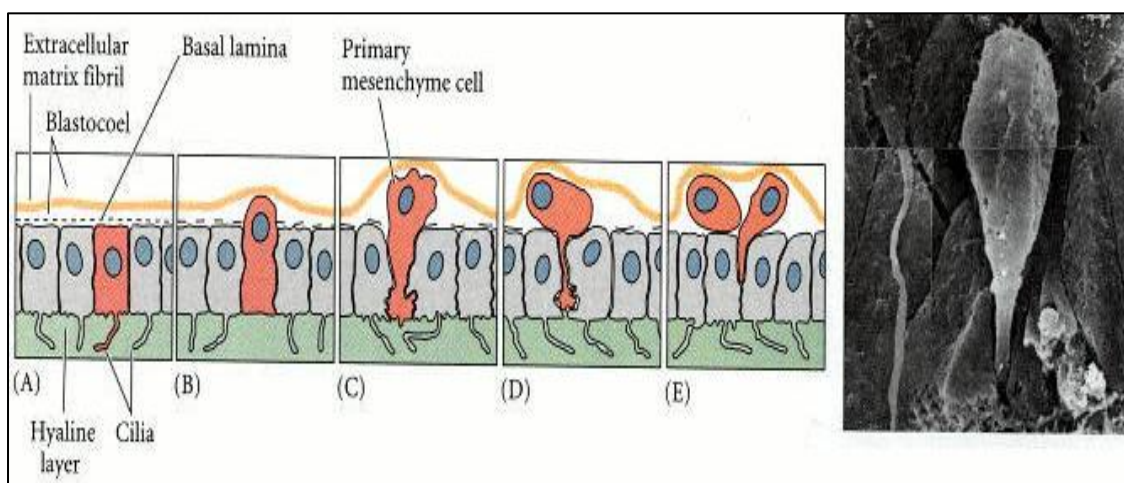


Figura 2: Na transição epitélio-mesenquimal, uma célula epitelial polarizada, que normalmente interage com a lâmina basal através de sua superfície basal, torna-se uma célula mesenquimal migratória que pode invadir tecidos e ajudar a formar tecidos e órgãos em novos locais. Fonte: Gilbert, 2019.

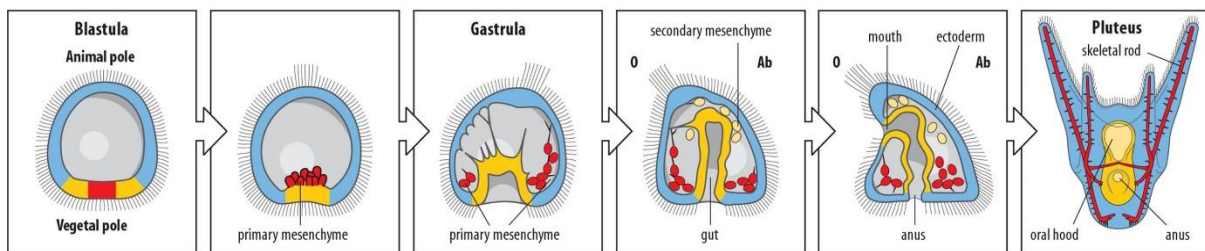
A transição epitelial-mesenquimal é fundamental durante o desenvolvimento, desde o movimento morfofênico de ingressão até processos mais específicos na formação de estruturas ou órgãos, como a migração das células do mesoderma para a formação das vértebras.

Questões para responder:

1) Descreva quais tipos de movimentos morfofênicos, que podem ocorrer durante a gastrulação, considerando o modelo de blástula representado pelo seu grupo? Justifique.

2) Identifique nas figuras abaixo os movimentos morfofênicos representados.

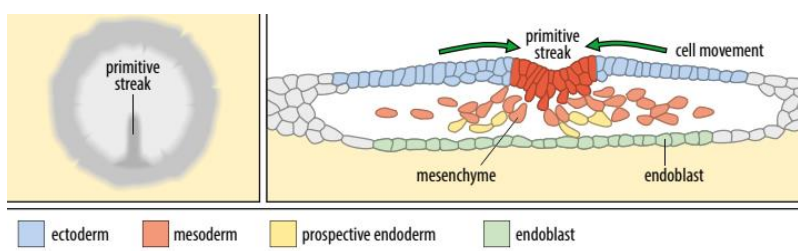
a) Gastrulação do ouriço-do-mar: <https://www.youtube.com/watch?v=NXX578SYE4E>



- O grupo conseguiu identificar os movimentos morfofênicos nos esquemas e nas imagens de microscopia eletrônica de varredura? Aponte diretamente nas imagens os movimentos morfofênicos reconhecidos.

- Por qual região da gástrula de ouriço-do-mar, as células iniciam os movimentos morfofênicos e se interiorizam para formar os folhetos embrionários?

b) Gastrulação de ave:



Fonte: Wolpert, 2019.

(primitive streak = linha primitiva)

- O grupo identifica na ilustração a transição epitélio mesenquimal? Aponte diretamente na figura.

Normalmente quando falamos de gastrulação logo pensamos na formação do blastóporo. É verdade que na gastrulação todas as gástrulas apresentam blastóporo, a região através do qual as células se movimentam para o interior da gástrula?

Quando a blástula apresenta a forma esférica, normalmente associada à clivagem holoblástica, realmente o BLASTÓPORO está presente. Contudo, nem sempre observamos o blastóporo, principalmente quando a região da blástula que originará o embrião é um disco, como observado em aves e mamíferos. Nesses casos a região através da qual as células se movimentam é a LINHA PRIMITIVA, localizada na região superior do disco embrionário. Pela sua função, tanto blastóporo como a linha primitiva são chamados de **Organizador**, pois aí ocorre sinalização celular para a diferenciação dos folhetos embrionários.

Através dos movimentos morfogenéticos novos arranjos celulares são organizados em camadas, constituindo assim os folhetos embrionários. Assim, novas potencialidades são expressas, de maneira que de cada folheto embrionário (multipotente) se diferencie em tecidos específicos, que por sua vez serão formados por diferentes tipos celulares (células diferenciadas ou potentes), de acordo com a função de cada tecido.

Os folhetos embrionários ectoderma e endoderma mantêm suas características epiteliais e de maneira geral, organizam:

- **Ectoderma** (camada externa): formará o tecido epitelial de revestimento externo, anexos cutâneos e o tecido nervoso.

- **Endoderma** (camada interna): formará o epitélio de revestimento interno dos sistemas digestório e respiratório, bem como parte de órgãos compactos, como o fígado por exemplo, onde os hepatócitos são de origem endodérmica. J

- **Mesoderma** (camada intermediária): células apresentam características mesenquimais e formarão os tecidos de sustentação e transporte, como tecido conjuntivo, muscular, cartilaginoso, ósseo e sanguíneo.

Para o desempenho das funções dos órgãos, os mesmos são constituídos por mais de um tipo de tecido, o que reflete o potencial de diferenciação dos folhetos embrionários.

Conclusão da atividade:

1) Compare o arranjo espacial dos folhetos embrionários entre os modelos de clivagem holoblástica e meroblástica. Para isso, busque imagens que representem a organização dos folhetos embrionários no modelo de desenvolvimento que seu grupo fez as modelagens. Além deste, complemente essa questão com outro modelo de desenvolvimento, de modo que contemple os modelos holoblástico e meroblástico.

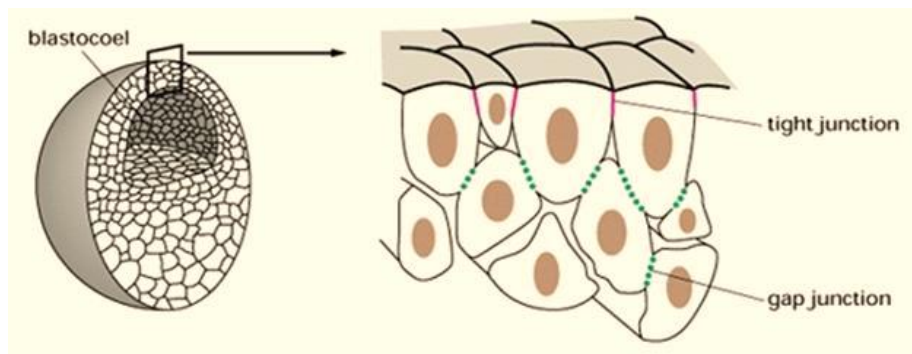
2) A que conclusão seu grupo chega ao observar os modelos escolhidos?

Nota:

A importância da adesividade celular durante as fases do desenvolvimento

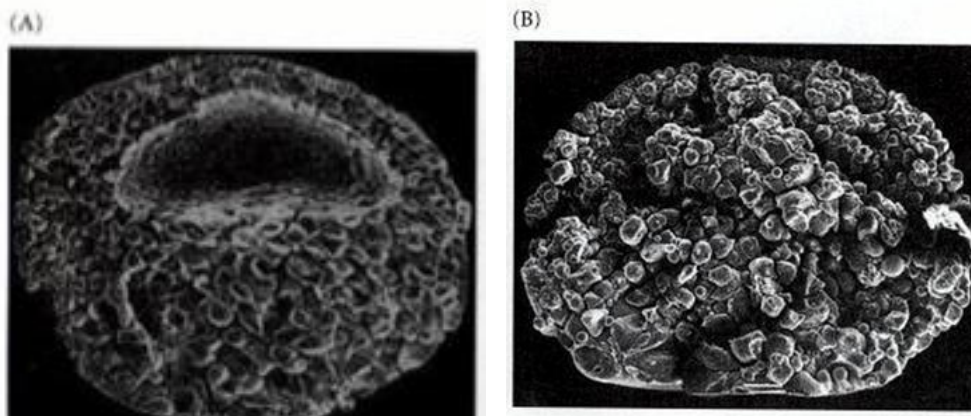
A características da adesividade celular são importantes desde as fases iniciais do desenvolvimento, até a formação de tecidos mais ou menos frouxamente arranjados.

No exemplo abaixo, temos uma blástula de anfíbio, destacando as *tight junction* (junção ocludente) e as *gap junction* (junção comunicante), fundamentais para que os blastômeros permaneçam unidos para delimitar a blastocele. Observe que nas imagens abaixo, nas *tight junction* estão presentes as caderinas.



O que são as caderinas?

As caderinas pertencem a uma grande família de moléculas de adesão célula-célula que são dependentes de Ca^{+2} para manter sua estrutura e funcionalidade. Elas interagem com outras caderinas ou com as células adjacentes e alterações em sua expressão têm implicações significativas nas conexões intercelulares e na organização dos tecidos. Elas atuam em diversos momentos do desenvolvimento como (i) controlam a diferenciação dos tecidos, (ii) atuam em mudanças estruturais e no rearranjo celular, (iii) na transição de tecido epitelial a mesenquimal e (iv) na migração celular.



(A) Blástula com expressão normal de caderina. (B) Blástula com Inibição da expressão caderinas, onde há perda de adesão entre os blastômeros, não havendo a formação da blastocele. Fonte: Gilbert, 2019.

REFERÊNCIAS:

Gilbert, S.F. *Biologia do Desenvolvimento*, 11ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

Schoenwolf, G.C; Bley, S.B; Brauer, P.R; Francis-West, P.H. *Larsen Embriologia Humana*. 5ª ed. Rio de Janeiro:Elsevier, 2012.

Wolpert, L; Tickle, C; Aria, A.M. *Principles of Development*. 6ª ed. Londres: Oxford, 2019.