

Biologia do Desenvolvimento

**Yana Teixeira Reis
José Oliveira Dantas**



**São Cristóvão/SE
2011**

Biologia do Desenvolvimento

Elaboração de Conteúdo
Yana Teixeira Reis
José Oliveira Dantas

Projeto Gráfico e Capa
Hermeson Alves de Menezes

Diagramação
Nycolas Menezes Melo

Ilustração
Yana Teixeira Reis
José Oliveira Dantas
Daniel Oliveira Santana

Copyright © 2011, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

R375e

Reis, Yana Teixeira.
Biologia do desenvolvimento / Yana Teixeira Reis,
José Oliveira Dantas. - São Cristóvão:
Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.

1. Biologia do desenvolvimento. 2. Metazoários. I.
Dantas, José Oliveira. II. Título.

CDU 573.4

Presidente da República

Dilma Vana Rousseff

Ministro da Educação

Fernando Haddad

Secretário de Educação a Distância

Carlos Eduardo Bielschowsky

Reitor

Josué Modesto dos Passos Subrinho

Vice-Reitor

Angelo Roberto Antonioli

Chefe de Gabinete

Ednalva Freire Caetano

Coordenador Geral da UAB/UFS

Diretor do CESAD

Antônio Ponciano Bezerra

Vice-coordenador da UAB/UFS

Vice-diretor do CESAD

Fábio Alves dos Santos

Diretoria Pedagógica

Clotildes Farias de Sousa (Diretora)

Diretoria Administrativa e Financeira

Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)

Sylvia Helena de Almeida Soares

Valter Siqueira Alves

Coordenação de Cursos

Djalma Andrade (Coordenadora)

Núcleo de Formação Continuada

Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

Núcleo de Avaliação

Hérica dos Santos Matos (Coordenadora)

Carlos Alberto Vasconcelos

Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais

Giselda Barros

Núcleo de Tecnologia da Informação

João Eduardo Batista de Deus Anselmo

Marcel da Conceição Souza

Raimundo Araujo de Almeida Júnior

Assessoria de Comunicação

Edvar Freire Caetano

Guilherme Borba Gouy

Coordenadores de Curso

Denis Menezes (Letras Português)

Eduardo Farias (Administração)

Haroldo Dorea (Química)

Hassan Sherafat (Matemática)

Hélio Mario Araújo (Geografia)

Lourival Santana (História)

Marcelo Macedo (Física)

Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

Coordenadores de Tutoria

Edvan dos Santos Sousa (Física)

Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)

Ayslan Jorge Santos da Araujo (Administração)

Carolina Nunes Goes (História)

Rafael de Jesus Santana (Química)

Gleise Campos Pinto Santana (Geografia)

Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)

Vanessa Santos Góes (Letras Português)

Lívia Carvalho Santos (Presencial)

NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO

Hermeson Menezes (Coordenador)

Marcio Roberto de Oliveira Mendonça

Neverton Correia da Silva

Nycolas Menezes Melo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"

Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze

CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE

Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474

Sumário

AULA 1

Desenvolvimento x Filogenia de Metazoário 07

AULA 2

Principais fases do desenvolvimento embrionário de organismos metazoários.....23

AULA 3

Neurulação, Somitogênese e formação do Tubo Digestivo. 43

AULA 4

Crescimento e desenvolvimento pós-embrionário 69

AULA 5

Evolução do Desenvolvimento. 93

DESENVOLVIMENTO X FILOGENIA DE METAZOÁRIO

META

Apresentar a importância das diferentes fases e/ou eventos do desenvolvimento para o estabelecimento dos filos de animais atuais.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

Compreender as principais fases do desenvolvimento para o estabelecimento dos planos e/ou estruturas corpóreas dos organismos atuais, assim como a origem das diferenças entre seres diblásticos e triblásticos e importância do estabelecimento dos diferentes planos de simetria radial e bilateral.

PRÉ-REQUISITO

Conhecimento básico de Biologia Celular e da nomenclatura adotada na Zoologia.

INTRODUÇÃO

A finalidade deste capítulo é despertar no leitor interesse pelo estudo da Biologia do Desenvolvimento. Sendo assim, vamos dar início ao nosso curso de Biologia do Desenvolvimento, e para isso alguns conceitos básicos precisam estar claros, para que possamos progredir de modo satisfatório em nossas aulas. Para aqueles que não sabem, a Biologia do Desenvolvimento difere da Embriologia em alguns aspectos, ou seja, a embriologia estuda o crescimento e a diferenciação sofrida pelo embrião durante seu desenvolvimento (ovo - indivíduo complexo), enquanto a Biologia do Desenvolvimento estuda os processos contínuos e organizadores que se iniciam no momento da fecundação e terminam na morte do organismo. Ou seja, a Biologia do Desenvolvimento é a disciplina da Biologia que estuda o desenvolvimento dos seres vivos em suas diversas fases, abrangendo seu crescimento, sua diferenciação celular e por fim, sua morfogênese. Entretanto, não podemos esquecer que esta ciência continua baseada na Embriologia tradicional e se enriqueceu com a incorporação de técnicas da Biologia Molecular e a Engenharia Genética.

Vamos também tentar observar tais fases encontradas na maioria dos seres vivos, lembrando que o que de fato se conhece são eventos observados em organismos particulares, considerados como “modelos”. Por exemplo, o que de fato se sabe sobre o desenvolvimento de mamíferos foi observado em camundongos da espécie *Mus musculus*. Na verdade para cada um dos grandes grupos de animais como peixes, aves, répteis, insetos, etc, existe um organismo modelo, e que graças às características específicas do seu desenvolvimento, foi possível acompanhar a estruturação de seus corpos e conseqüentemente fazer algumas generalizações.

Inicialmente, a Biologia do Desenvolvimento teve sua abordagem científica na Grécia, no século V a.C. com Hipócrates. Ele usou as ideias correntes daquele tempo e tentou explicar o desenvolvimento em termos de princípios de calor, umidade e solidificação. Somente um século mais tarde, quando o filósofo Aristóteles formulou o problema de como as diferentes partes do embrião eram formadas foi possível observar com um pouco mais de precisão as questões ligadas à Biologia do Desenvolvimento. O simples procedimento de se abrir um ovo de galinha, a cada dia do seu período de incubação, proporciona uma notável experiência; onde podemos observar desde uma fina camada de células até o total desenvolvimento de um organismo, que é uma ave. Aristóteles realizou esse procedimento e observou a formação dos principais órgãos. Segundo Aristóteles existia duas possibilidades:

1. Uma era a de que tudo no embrião estaria pré-formado desde o início e apenas tornava-se maior durante o desenvolvimento;
2. E a outra era a de que novas estruturas surgiam progressivamente, em um processo que ele denominou epigênese (que quer dizer “no curso da formação”) e que ele comparou metaforicamente com a “confeção de uma rede”.



Figura 1. Imagem do embrião pré-formado.
(Fonte: psicologia-12abc.blogspot.com).

A influência aristotélica sobre o pensamento europeu foi enorme e suas ideias permaneceram até boa parte do século XVII. Entretanto, a primeira hipótese perdeu sua força quando um problema da biologia foi levantado e graças aos avanços na área, o reconhecimento de que os seres vivos, inclusive embriões, eram compostos por células. A teoria celular, desenvolvida entre 1820 e 1880 pelo botânico alemão Mathias Schleiden e pelo fisiologista Theodor Schwann (entre outros), teve enorme impacto. Finalmente, foi reconhecido que todos os organismos vivos são constituídos por células, que são as unidades básicas da vida e surgem somente por divisão de outras células. O desenvolvimento não podia, assim, ser baseado na pré- formação, pois durante o desenvolvimento, muitas células novas são geradas por divisão do ovo e novos tipos celulares são formados. E, na década de 1840, foi verificado que o próprio ovo não era nada mais que uma única célula especializada.

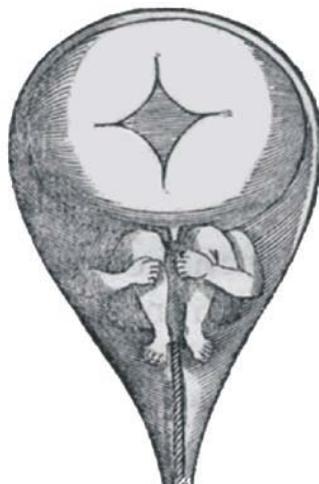


Figura 2. Imagem de um homúnculo que estava enrolado na cabeça de cada espermatozoide, evidenciando a ideia de que a origem do embrião era por pré- formação.
(Fonte: obelogue.blogspot.com).

Células germinativas

São aquelas que dão origem aos ovos e aos espermatozoides.

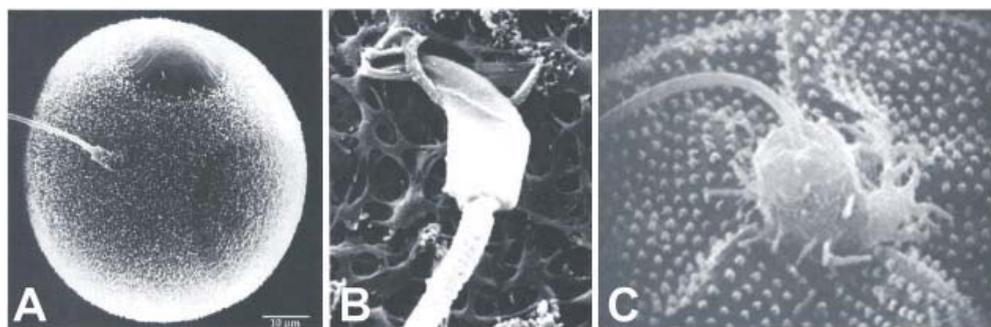
Células somáticas

São quaisquer células que não as células germinativas.

Zigoto

Zigoto é o ovo fecundado

No século XIX, a sugestão do biólogo August Weismann trouxe um importante avanço. Segundo ele os descendentes não herdam as características do corpo dos pais, mas somente as provenientes das **células germinativas**, que diferem das **células somáticas**. Sendo assim, características adquiridas pelo corpo durante a vida de um animal não podem ser transmitidas à linhagem germinativa. Depois desse tipo de raciocínio, ficou claro, que durante a fecundação há o aparecimento de um ovo ou **Zigoto** que carrega um núcleo que contem a contribuição de ambos os pais. E mais ainda, que este ovo vai passar por diversas fases e que conseqüentemente originarão diferentes tipos celulares, que serão responsáveis pela estruturação dos tecidos, órgãos, sistemas e as respectivas partes morfológicas dos organismos. A diferenciação entre essas fases será trabalhada na próxima aula.



Fonte: Extraído de Golbert , S.F. 1997

Figura 3. Momento da fecundação e as células germinativas (óvulo + espermatozoide). (Fonte: extraído de Golbert, S.F. 1997).

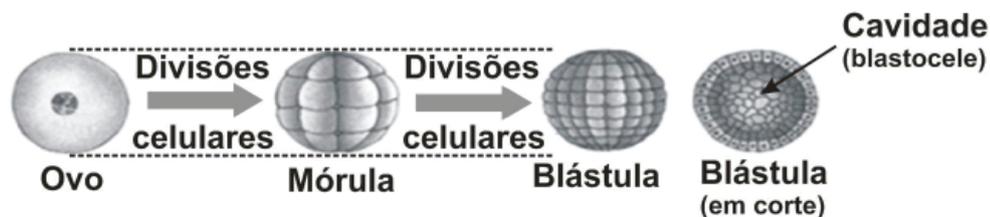


Figura 4. Esquema do ovo ou zigoto passando pelas diferentes fases do desenvolvimento.

Flagelados

Protistas flagelados são microorganismos unicelulares que se movimentam através do batimento de flagelos.

A partir de tais argumentos algumas questões foram levantadas, como:
- Existem relações entre organismos diferentes, já que todos são formados por células e na sua maioria a partir da união de células germinativas?

Se pensarmos, principalmente em organismos multicelulares, devemos entender inicialmente a sua origem. Podemos afirmar que um dos mais importantes experimentos da evolução foi à criação de organismos pluricelulares. Parece ter havido diversos caminhos pelos quais uma única célula evoluiu para uma disposição pluricelular. E atualmente existem várias teorias propostas, sendo que uma das mais aceitas é a que procura explicar origem a partir da união de protistas **flagelados**. Segundo esta teoria, a partir da associação entre tais organismos foi possível à estruturação de um corpo e

consequentemente especialização de algumas funções. Consta na literatura, que tal nível de organização deram inicialmente origem a um grupo de animal chamada de **Parazoários**. Tais organismos atualmente estão agrupados dentro do Filo Poríferos, animais multicelulares, que possuem um corpo com **sistema aquífero**. Se pensarmos nas fases do desenvolvimento, que serão estudadas de forma mais detalhada nas próximas aulas, podemos dizer que tais organismos passaram pelos processos iniciais conhecidos como mórula e blástula, mas não tiveram organização de tais células, para estruturação dos tecidos, obtidos a partir da fase seguinte a blástula que é a gastrulação.

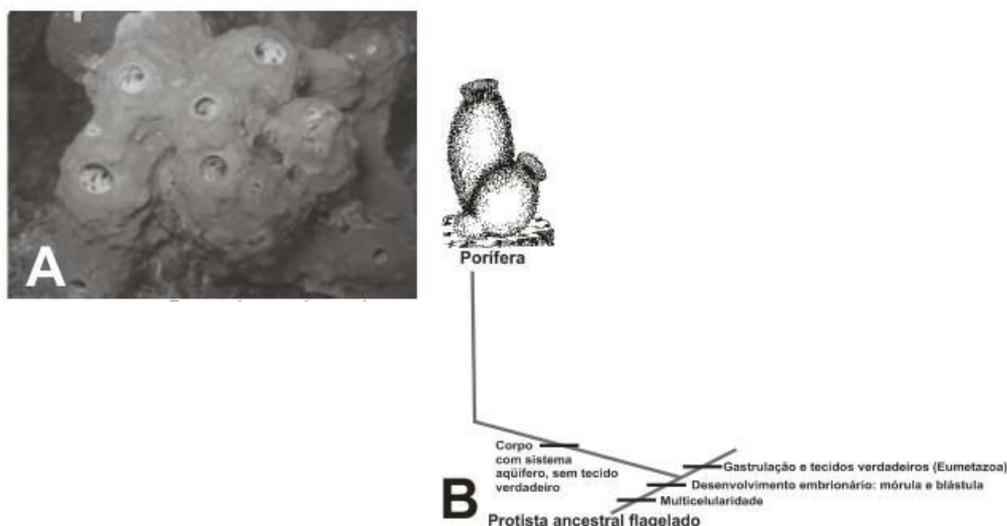


Figura 5. Imagem de dois representantes do filo Porífera, e a filogenia dos metazoários atuais, com ênfase nas características gerais desse filo. (Fonte: picasaweb.google.com).

De acordo com a literatura, no decorrer do processo evolutivo ocorreram mudanças fundamentais no que se refere à organização celular para padronização do corpo. E graças a estes acontecimentos podemos observar atualmente os organismos conhecidos como **Eumetazoários**. Este grupo de animal só surgiu graças a um novo padrão de disposição celular, originário a partir de mudanças das formas e locais das células, tais eventos ocorrem durante a gastrulação. O que se observa é que movimentos celulares possibilitaram o aparecimento de tecidos verdadeiros, o que permitiu isolar e regular fisiologicamente os compartimentos internos do corpo. Juntamente com eles, algumas novidades evolutivas como o intestino primitivo e o **blastóporo** surgirão. Com isso, foi possível a compartimentalização da cavidade digestiva, mobilidade e reação a estímulos, e consequentemente o surgimento de um circuito sensitivo neuro-motor. Vamos observar na literatura menções importantes para grupos de organismos que possuem tais características e que são chamadas de **diblástico**. Dentro desta categoria encontramos os animais pertencentes ao filo Cnidaria.

Parazoários

São seres sem tecido verdadeiro.

Sistema aquifero

Sistema de condução de água composto por células que assumem diferentes funções e formas, responsáveis por filtrar as partículas em suspensão, indispensáveis para o metabolismo de alguns organismos.

Eumetazoário

São seres que possuem tecido verdadeiro

Blastóporo

É a invaginação em forma de fenda ou circular, na superfície de alguns embriões, por onde se iniciam os movimentos celulares para dentro do embrião.

Diblásticos

São animais com apenas dois folhetos germinativos.

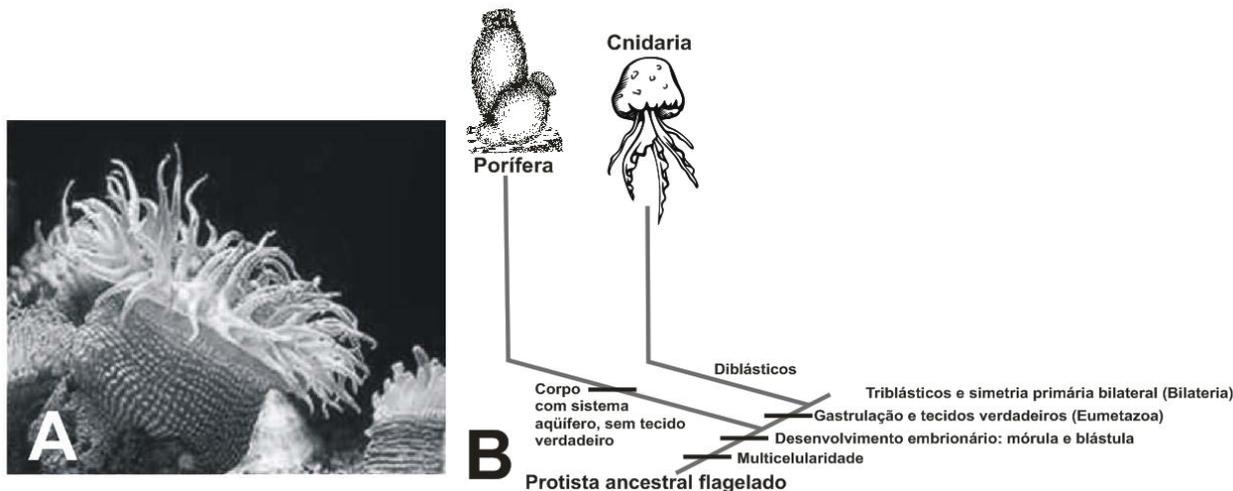


Figura 6. Imagem de um representante do filo Cnidário e a filogenia dos metazoários atuais, com ênfase nas características gerais desse filo.

(Fonte: portalsaofrancisco.com.br).

Triblásticos

São aqueles animais com três folhetos germinativos.

Se você prestou atenção até agora deve ter notado que estamos falando em passos evolutivos decisivos para o estabelecimento dos organismos atuais e que estes estão diretamente ligados às fases do desenvolvimento biológico. Para continuarmos entendendo o processo, vamos observar o próximo passo que é o aparecimento de um terceiro folheto germinativos, agrupando desta forma os animais considerados como **triblásticos**. Juntamente com aparecimento desse terceiro folheto, os animais que o possuía tiveram a oportunidade de reorganizar o plano básico de seus corpos e com isso houve o aparecimento da simetria bilateral. Anteriormente, o plano corporal possível era o radial, que era um o corpo dividido apenas na parte oral (superior) e aboral (inferior). A existência de simetria radial era favorável para os organismos que a possuía porque existia apenas um eixo de orientação para animal. Para entendermos melhor esta questão devemos nos reportar ao ambiente, onde estes organismos eram encontrados. Eles viviam no meio aquático, cujas condições ambientais são homogêneas e sendo assim não requeriam a especialização e/ou a regionalização do corpo para obter os recursos (habitat, alimento, parceiros sexuais, abrigo, etc), imprescindíveis para sua sobrevivência. Com a mudança de ambiente (meio terrestre) houve a necessidade de maior orientação, pois o meio em questão era heterogêneo, com variação de umidade, temperatura, abrigo, etc, e sendo assim, ao invés de apenas um gradiente para sua orientação que era o ambiental, houve a existência de mais um, o gradiente locomotor.

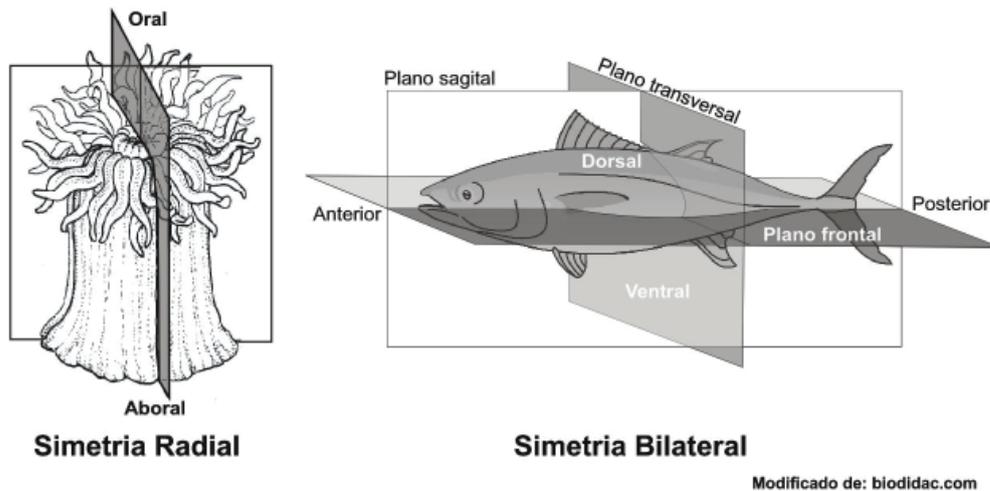


Figura 7. Imagem de organismos evidenciando os tipos de simetria: radial e bilateral.

A partir do terceiro folheto germinativo e conseqüentemente da simetria bilateral, os animais que os possuem puderam ter uma orientação perpendicular e um corpo polarizado a partir do gradiente locomotor. Como vantagem evolutiva fica clara a maior chance de encontrar alimento distribuído em aglomerados isolados sobre o substrato.

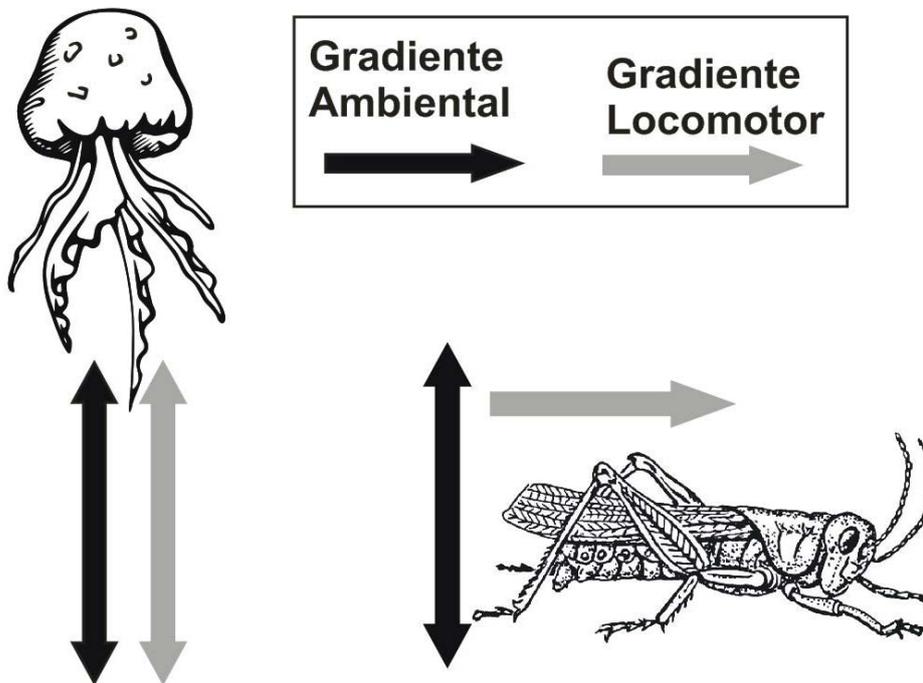


Figura 8. Observação dos gradientes existentes para a orientação do animal (ambiental x locomotor). E os respectivos tipos de animais (dois primeiros radiais e segundo bilateral).

Devemos a partir de agora estarmos atentos para as novidades evolutivas que surgirão com o aparecimento da simetria bilateral. Entre elas, podemos citar:

- Organização da região anterior contendo órgãos sensoriais especializados;
- Superfície ventral contendo apêndices locomotores (cílios, pés musculares, cerdas, etc);
- E superfície dorsal contendo estruturas de proteção (conchas, espinhos, escamas, penas e pêlos).

Séssil

Organismos que não se deslocam voluntariamente do seu local de fixação.

Para ficar mais claro podemos resumir da seguinte forma: no início com a existência de simetria radial o grupo que a possuía tinha uma rede nervosa difusa e reticulada e sendo assim monitorava o ambiente de todos os lados, bem adaptada à existência **séssil**. Após as mudanças no ambiente, houve a necessidade de mudança no que se refere à orientação e como consequência o aparecimento da simetria bilateral. E juntamente com ela, deu-se o processo de cefalização, mobilidade, organização de uma rede difusa longitudinal e desenvolvimento de órgãos.

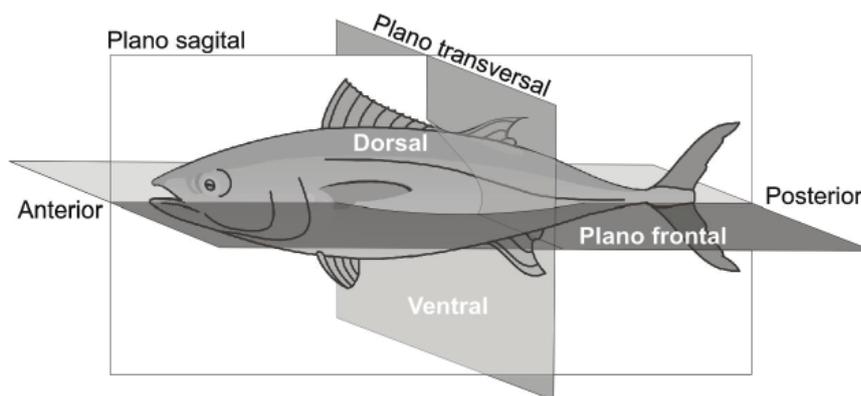


Figura 9. Imagem de um animal bilateral e suas respectivas partes.

Blastóporo

Abertura do arquêntero que geralmente se desenvolve para o ânus em animais deuterostômios e a boca nos protostômios.

Uma subdivisão proposta para tais organismos é em relação ao aparecimento da primeira abertura em relação ao exterior, o **blastóporo**. De acordo com a nomenclatura atual temos os seres:

1. Protostomatas (do Grego, “boca primeiro”), incluem os filos dos moluscos, artrópodes e vermes; são assim chamados porque a boca é formada em primeiro lugar, junto ou próximo da abertura intestinal, produzida durante a gastrulação. O ânus se forma mais tarde em outro local. A cavidade corpórea desses animais se forma a partir de um aglomerado sólido de células mesodérmicas, tornando-se oco posteriormente. Outro aspecto que podemos observar é que os protostomatas, geralmente, formam suas cavidades corpóreas diretamente de blocos sólidos de mesoderma (formação esquizelóide).
2. Deuterostomatas (do Grego significando “boca depois”), os filos nessa divisão incluem os cordatas e os equinodermos e nesses animais a abert-

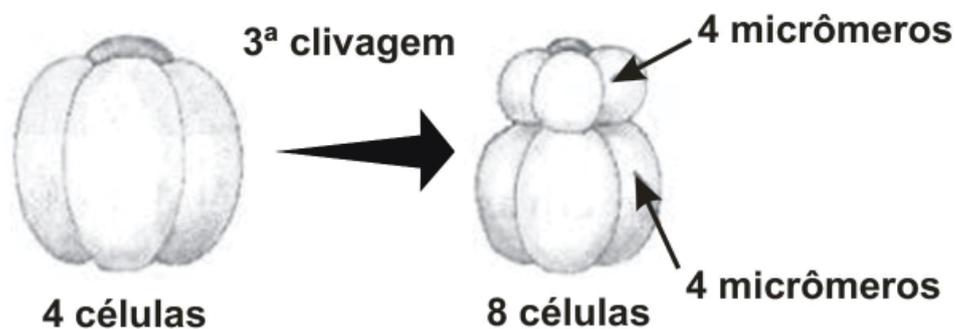
tura bucal é formada depois da abertura anal. Embora, pareça estranho classificar seres humanos e cavalos no mesmo grupo que estrelas-do-mar e ouriços-do-mar, alguns traços embriológicos acentuam esse parentesco. A maioria dos deuterostomatas forma suas cavidades corpóreas a partir de bolsas mesodérmicas estendendo-se do intestino ou das camadas de células originárias da endoderme (formação enterocélica). Porém, devemos mencionar que existem muitas exceções a essas generalizações.

Protostomatas e deuterostomatas diferem na maneira pela qual são clivados. Na maioria dos deuterostomatas, os **blastômeros** são perpendiculares ou paralelos uns aos outros e isso é chamado clivagem radial. Os Protostomatas ao contrário, têm uma extensa variedade de tipos de clivagem. Muitas espécies formam blástulas compostas por células que estão em ângulos agudos (menor que 90°), relativamente ao eixo central do embrião. Graças a esses aspectos esses animais sofrem a clivagem espiral. Além disso, os blastômeros em estágio de clivagem, na maioria dos deuterostomatas, têm maior capacidade de regular seu desenvolvimento do que os protostomatas.

Blastômeros

Célula embrionária inicial que surge durante o estágio de clivagem de um embrião inicial.

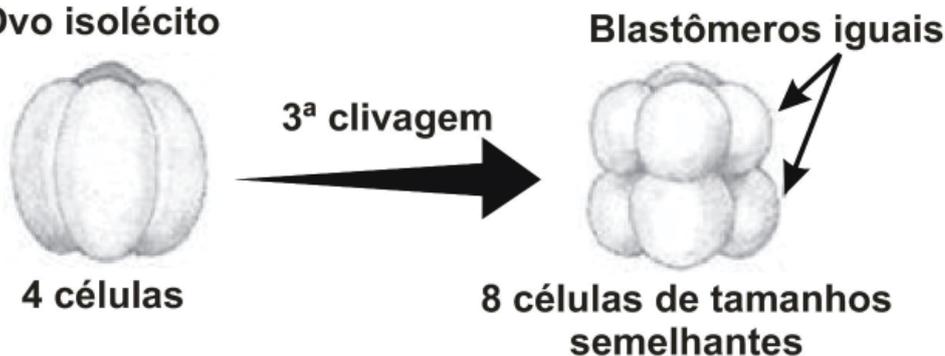
Ovo heterolécito



Modificado de: sobiologia.com.br

Figura 10. Imagem esquematizando a clivagem radial.

Ovo isolécito



Modificado de: sobiologia.com.br

Figura 11. Imagem esquematizando a clivagem espiral.

A partir de então, os organismos considerados como triblásticos foram subdivididos em categorias, de acordo com estruturas internas que surgiram ao longo do processo evolutivo. Tais categorias são:

1. Acelomados- animais sem cavidade interna.
2. Pseudocelomados- animais com cavidade interna, mas não é formada pela mesoderme.
3. Celomados – animais com cavidade interna, formada pela mesoderme.

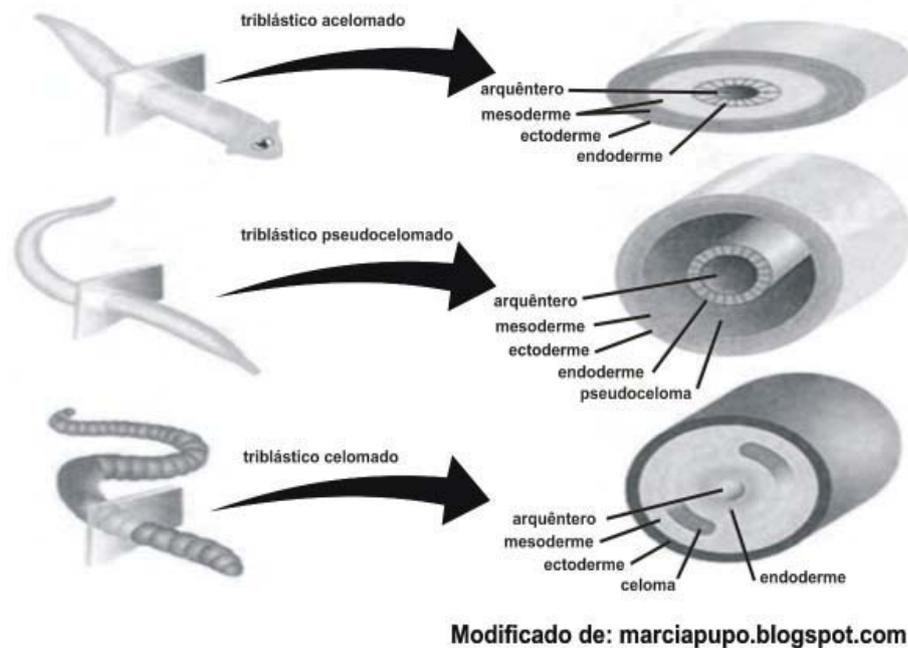


Figura 12. Imagens de organismos acelomados, pseudocelomados e celomados.

Esquizocelomados

Quando o celoma se forma a partir de fendas da mesoderme.

Entre os grupos dos celomados existem duas subdivisões que são: os **esquizocelomados** e os **enterocelomados**.

Enterocelomados

Quando o celoma se forma a partir de bolsas que surgem a partir da região superior do arquêntero.

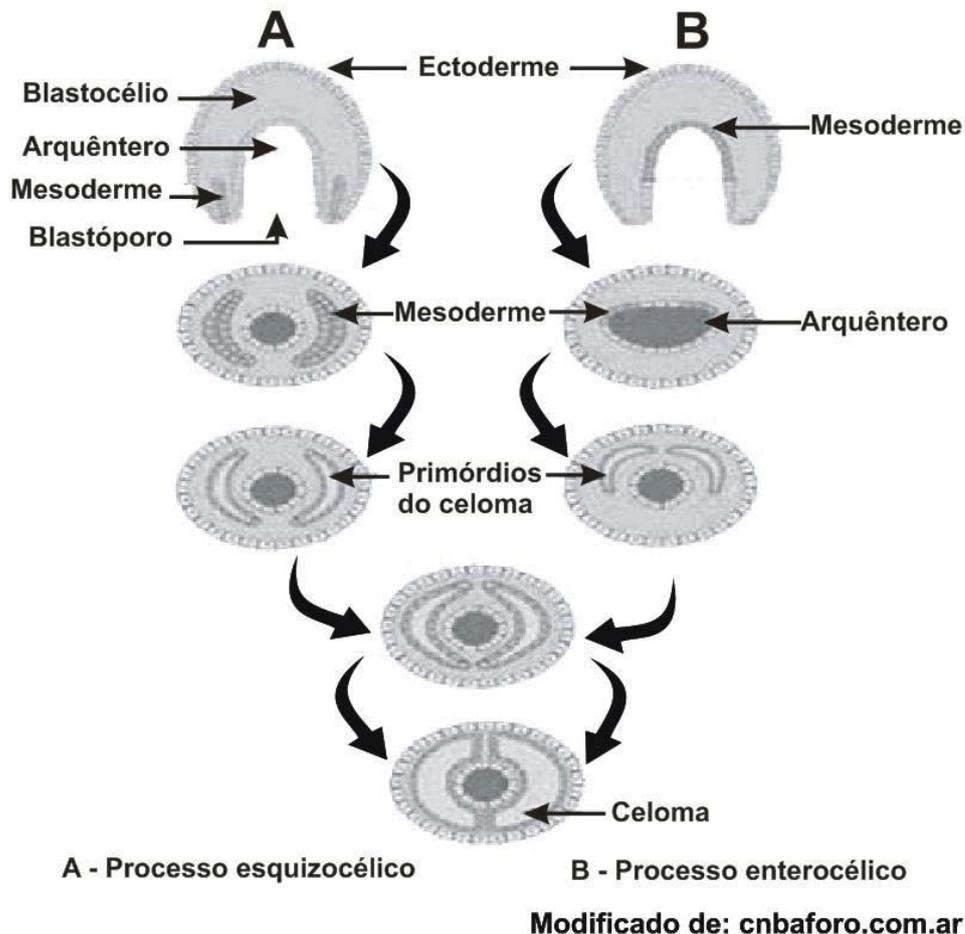


Figura 13. Filogenias dos metazoários atuais.

Você deve estar se perguntando qual a importância do celoma? Pois bem, graças a sua existência foi possível agrupar ou separar uma grande diversidade de organismo. Este novo compartimento chamado celoma, que nada mais é do que um espaço contendo líquido, situado entre a cavidade digestiva e a parede corporal, é o local onde estão localizados os órgãos. E suas diferentes funções foram importantes para o estabelecimento de uma grande variedade de filos, pois através dele foi possível ter um esqueleto hidrostático, fazer transporte interno e tornar mais eficiente os processos ligados à reprodução e a excreção. Creio que agora, todos têm uma noção melhor sobre a importância do celoma. Nós não podemos esquecer que o ambiente exerce uma pressão muito forte sobre os organismos, moldando estruturas, comportamentos e até mesmo a sua fisiologia. Assim, é interessante que estejamos sempre atentos para as variações encontradas entre os organismos, procurando principalmente questionar a suas causas.

Atualmente os organismos chamados de metazoários são separados de acordo com o tipo de característica compartilhada e sendo assim, de forma muito resumida temos: os eumetazoários subdivididos em radiais e bilaterais. Estes últimos por sua vez subdivididos em deuterostômios e protostômios.

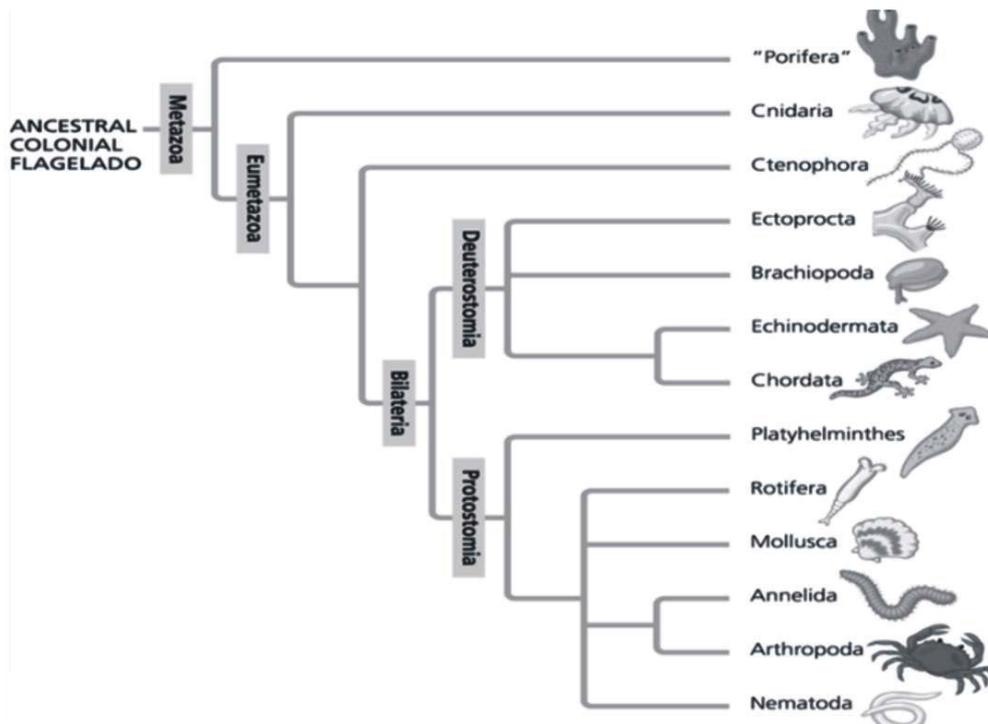


Figura 14. Filogenias dos metazoários atuais.
(Fonte: julioramos02.blogspot.com)

E na imagem 15 podemos observar uma árvore filogenética dos metazoários atuais, apontando as subdivisões comentadas no parágrafo anterior, entretanto dando ênfase aos processos principais ligados aos seus respectivos desenvolvimentos.

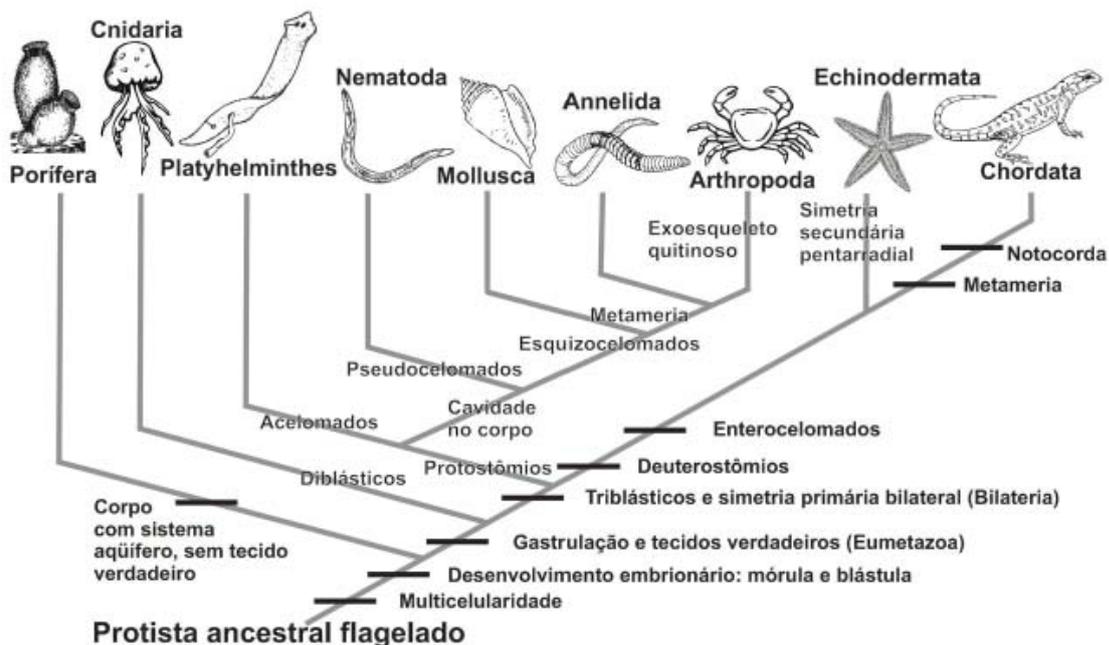


Figura 15. Filogenias dos metazoários atuais, com ênfase nos principais eventos relacionados ao desenvolvimento.

CONCLUSÃO

Como você pode notar a Biologia do Desenvolvimento é uma ciência que estuda os fatores que induzem e regulam as alterações estruturais e fisiológicas, e de comportamento, que têm lugar nas etapas sucessivas da vida dos indivíduos. Ela analisa experimentalmente até ao nível molecular os processos do desenvolvimento que se efetuam em espécies distintas e estabelecem os princípios gerais que os regem. Observamos que os padrões de formação marcam o desenvolvimento de estruturas aparentemente muito distintas, cujos campos embriológicos ou grupos de células e outros elementos que constituem os embriões organizam-se segundo o local que ocupam e a relação que guardam com os órgãos vizinhos, seguindo uma sequência temporal assombrosamente parecida. Esta é uma disciplina que interage com disciplinas morfológicas como a anatomia, e outras como a biologia celular, a física, a biologia molecular, a genética, a biologia geral e a ecologia, já que estuda a causa dos processos evolutivos e as consequências que as alterações ambientais provocam nos organismos, tudo isso, de grande aplicação médica e experimental, assim como em muitas outras disciplinas não médicas.

Sem mencionar a sua relação direta com a filogenia. Esta última pode ser observada através da importância das fases do desenvolvimento para o estabelecimento dos planos e estruturas corporais, encontrados nos filos de metazoários atuais. E as principais aquisições morfológicas a partir da diferenciação celular para o surgimento de vida na terra.



RESUMO

Neste capítulo vimos um pouco sobre o histórico da Biologia do Desenvolvimento. Percebemos que o desenvolvimento de organismos multicelulares a partir de uma única célula – o ovo fecundado - é um triunfo brilhante da evolução. E que durante o desenvolvimento embrionário, o ovo divide-se para originar muitos milhões de células, que formam estruturas complexas e variadas como olhos, braços, coração e cérebro. Revisamos alguns conceitos básicos tratados nesta disciplina referentes à: divisão celular, tipos de folhetos germinativos, principais planos de simetria corporal, subdivisões dos animais triblásticos e conceitos sobre animais acelomados, pseudocelomados e celomados. Uma correlação entre as fases do desenvolvimento e o estabelecimento dos filos de metazoários atuais foi realizada, apontando as fases e processos principais, como o aparecimento de animais diblásticos e triblásticos, a existência de simetria radial e bilateral, e os gradientes de orientação para os organismos (ambiental e locomotor).

Biologia do Desenvolvimento é um dos campos que mais tem crescido e também um dos mais emocionantes da Biologia. Parte dessa emoção vem dos assuntos estudados, porque estamos apenas começando a entender o mecanismo molecular do desenvolvimento animal. Outra parte da emoção vem do papel unificador que a Biologia do Desenvolvimento assume nas Ciências Biológicas. A Biologia do Desenvolvimento está criando uma estrutura que integra a Biologia Molecular, Fisiologia, Biologia Celular, Anatomia, pesquisa do câncer, Neurobiologia, imunologia, ecologia, e biologia evolucionária. O estudo do desenvolvimento tornou-se essencial para a compreensão de qualquer área da biologia.

ATIVIDADES



Visto o conteúdo, vamos realizar um exercício aplicando os conceitos estudados nesta aula.

1. Como uma única célula pode originar um ser multicelular?
2. Qual a relação entre a Biologia do Desenvolvimento e a filogenia de metazoários?
3. Qual a principal diferença entre Embriologia e Biologia do Desenvolvimento?
4. Descreva como são chamados os organismos a partir da existência ou não do celoma.

PRÓXIMA AULA

Na próxima aula daremos início ao estudo das fases de divisão e diferenciação celular, e conseqüentemente, os processos estabelecidos em cada fase do desenvolvimento. Tentaremos fazer uma análise comparativa entre os processos observados nos diferentes grupos de animais.



AUTOAVALIAÇÃO

Antes de passar para o próximo capítulo procure algumas imagens sobre fases do desenvolvimento (clivagem, mórula, blástula e gástrula) e procure ler principalmente sobre planos de simetria, animais diblásticos e triblásticos e sobre o conceito de celoma. Só prossiga após realmente ter entendido todos os conceitos abordados nesta aula.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. M. de. Embriologia veterinária comparada. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 176p.
- CAMPBELL, N.A. REECE, J.B. & VILLELA, A.D. Biologia. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1464p.
- CARVALHO, H.F. & RECCO-PIMENTEL, S.M. A Célula. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2007. 380p.
- DE ROBERTIS, E. & ROBERTIS, M. F. Bases da biologia celular e molecular. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 418p.
- GARCIA, S. M. L.; JECKEL NETO, E. & FERNANDEZ, C. G. Embriologia. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 1991. 350p.
- JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. Biologia celular e molecular. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 332p.
- MOORE, K. L. & PERSAUD, T. V. N. Embriologia clínica. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 607p.
- WOLPERT, L.; JESSELL, T.; LAWRENCE, P.; MEYEROWITZ, E. ROBERTSON, E. & SMITH, J. Princípios de Biologia do Desenvolvimento. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2008. 576p.