

meSalva!

ENEM



## EMBRIOLOGIA



MESOPOTÂMIA  
ASPECTOS CU

AFIXOS

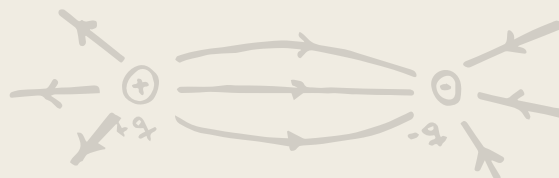
CONTROLADO

MENTE

SUFIXO

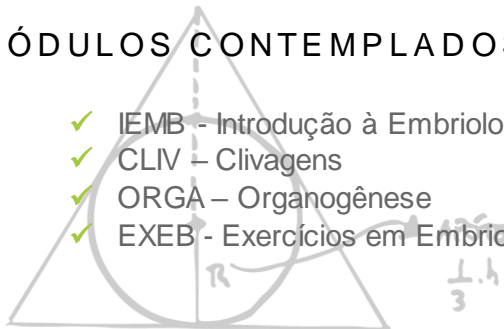
CAFETERIA

SINAL DE  
REGIÇÃO



MÓDULOS CONTEMPLADOS

- ✓ IEMB - Introdução à Embriologia
- ✓ CLIV - Clivagens
- ✓ ORGA - Organogênese
- ✓ EXEB - Exercícios em Embriologia



meSalva!



CURSO

EXTENSIVO 2017

DISCIPLINA

BIOLOGIA

CAPÍTULO

EMBRIOLOGIA

PROFESSORES

GLAUCIA MARQUES E  
LUANA VASCONCELLOS





## EMBRIOLOGIA

### INTRODUÇÃO À EMBRIOLOGIA

E aí, galera do MeSalva! Certamente já passou pela cabeça de vocês aquela famosa pergunta (ou alguém já perguntou para você como uma pegadinha): quem surgiu antes, o ovo ou a galinha? Pois para quem ainda está em dúvida, a gente explica; através da embriologia e da evolução, que o primeiro a surgir foi... o ovo! O surgimento do ovo veio com os répteis, uma adaptação que possibilitou a colonização do ambiente terrestre. Em Embriologia, os ovos são o resultado da fecundação de um gameta masculino com um feminino, formando um zigoto. Nessa apostila iremos estudar como se iniciou o estudo dessa área, as formações dos embriões e o que eles resultam, assim como o desenvolvimento embrionário.

### TEORIAS HISTÓRICAS

“Como os seres surgiram?” foi uma incógnita por um bom tempo, principalmente no que diz respeito ao ser humano. Nas sociedades primitivas, acreditava-se que o homem não tinha um papel na procriação dos filhos, pois a mulher seria a única responsável por esse acontecimento. Nessa época, a ideia principal era que os homens seriam a reencarnação de larvas ancestrais que flutuavam ao redor de lugares sagrados até encontrarem uma mulher, que deveria ser virgem, e a fecundarem. Foi só com o surgimento do patriarcado (sistema social em que os homens mantêm o poder sobre as mulheres), que perdura até os dias de hoje, que o homem reivindicou o papel de criador e as mulheres receberam um papel secundário, de carregar e nutrir o embrião.

Os primeiros estudos embriológicos foram feitos pelo filósofo grego Aristóteles (cerca de 384-322 a.C.), que acreditava que a mulher tinha esse papel secundário, ou seja, uma matéria passiva, enquanto o homem seria o fornecedor da vida que se criava em seu ventre, dando força, atividade e movimento. Ele ficou conhecido como Fundador da Embriologia por analisar o desenvolvimento das aves. Em seu trabalho, explica que diferentes órgãos se formam, por uma série de mudanças graduais, em uma massa não diferenciada, porém bem organizada: o embrião.

Pelo final dos anos 1600, já com o surgimento da microscopia, pôde-se investigar melhor o aparelho genital e os gametas dos seres humanos, o que permitiu explicar como ocorre o nosso desenvolvimento.



TEORIA DA PRÉ-FORMAÇÃO E EPIGÊNESE

Como vimos, com o advento do microscópio, foi possível ver as coisas de outra maneira. Alguns cientistas sugeriram, então, ao observar o esperma masculino, que dentro dos espermatozoides havia pequenos seres humanos. Nicolas Hartsoeker foi um desses cientistas, representando o espermatozoide da seguinte maneira:



FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DO ESPERMATOZOIDE COM UM SER HUMANO DENTRO, IMAGINADO POR HARTSOEKER.

Um pouco depois, em meados dos anos 1700, surgiram os ovistas, que acreditavam que um ovo (no caso um ovócito) continha várias gerações de uma espécie,



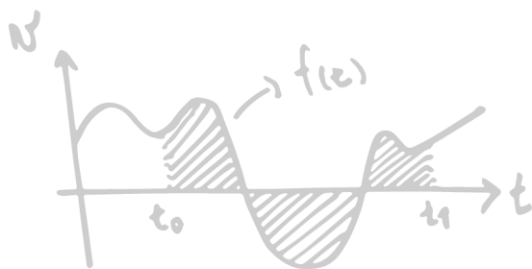
com os corpos encapsulados um dentro do outro e se desenvolvendo sucessivamente. Não só o ovo continha um embrião completo, mas o embrião possuía ovos para todas as gerações futuras. A ideia seria contrária a dos cientistas anteriores, já que tinha o gameta feminino como o precursor de vida.

Mas nem todos os cientistas concordavam que os seres humanos se desenvolviam a partir do gameta masculino ou feminino, de forma que surgiram, então, duas teorias para explicar como se dava esse desenvolvimento: a da pré-formação, sugerindo que o embrião seria uma redução do indivíduo adulto, e a da epigênese, afirmando que esse desenvolvimento era gradual e surgia progressivamente.

Lazzaro Spallanzani, no final dos anos 1700, era um ovista que, apesar de defender a teoria da pré-formação, contribuiu para que ela fosse desacreditada através de seus experimentos. Ele vestiu rãs machos com calções de seda e as colocou para acasalar com as fêmeas, observando que os ovos não se desenvolveram em girinos. Porém, quando misturou o sêmen que havia ficado nos calções com os ovos recém-liberados, o desenvolvimento ocorreu. Spallanzani também realizou a inseminação de sêmen de um cachorro em uma cadela, usando uma seringa de sua invenção, que resultou em filhotes que se assemelhavam fenotipicamente com a cadela e o cachorro que os deram origem.

Dessa forma, ele teve grande importância na história da Embriologia, pois mostrou com seus experimentos que os animais não se desenvolviam através da redução de um indivíduo adulto, abrindo espaço para novos cientistas proporem novas ideias. Isso acabou levando ao descobrimento de que os seres vivos, incluindo os embriões, são formados por células e que o desenvolvimento desses seres surge da proliferação delas, deixando explícito que a teoria mais correta quando falamos sobre isso é a de epigênese.

Essas células, durante seu desenvolvimento, passam por diversos processos, e um deles é o de diferenciação celular, em que cada uma irá se desenvolver para realizar uma função específica. Antes de passar por esse processo, as células apresentam um leque de possibilidades quando o assunto é diferenciação, podendo se especializar e se diferenciar em diversos tipos celulares. A essas células damos o nome de células-tronco. Vamos estudá-las a seguir.



## CÉLULAS-TRONCO

As células-tronco, como falamos anteriormente, têm a capacidade de dar origem a diversos tipos celulares e, por isso, são muito importantes na reposição celular e na regeneração dos tecidos. Dessa forma, essas células são caracterizadas pela capacidade de divisão continuada e de diferenciação, podendo ser não embrionárias ou embrionárias.

As células-tronco não embrionárias estão presentes em pequenas quantidade no organismo e, por terem um potencial de diferenciação muito menor do que as embrionárias, são denominada multipotentes. São células-tronco não embrionárias as células epiteliais, da medula óssea, as neurais do cérebro e as do sangue presente no cordão umbilical. Elas têm importante papel na regeneração dos tecidos.

Já as células tronco embrionárias são aquelas oriundas da etapa muito inicial do desenvolvimento embrionário humano, quando o embrião está na forma de blastocisto, 4 a 5 dias após a fecundação. Nessa etapa, ocorrem diversas divisões celulares para aumentar o número de células do embrião e, como essas células possuem uma alta capacidade de diferenciação, podem dar origem a quase todos os tipos celulares do organismo. Porém, não são capazes de formar um indivíduo completo, uma vez que não conseguem gerar tecidos embrionários. Devido a essa característica, são chamadas de pluripotentes.

Existe ainda outro tipo de células-tronco embrionárias: as totipotentes. Essas são capazes de originar um organismo completo, pois conseguem gerar todos os tipos de células e tecidos do corpo, inclusive os extraembrionários, como a placenta. São células totipotentes os blastômeros, ou seja, as células iniciais da clivagem (da divisão do zigoto) em etapas anteriores ao blastocisto. Por apresentarem o potencial de gerar todos os tipos celulares e tecidos de um organismo, essas células são de muito interesse para a pesquisa e a área médica, pois podem ser a solução para certas doenças ainda sem cura, como o câncer.

## CLASSIFICAÇÕES DENTRO DA EMBRIOLOGIA

Como tudo dentro da Biologia, a Embriologia não escapa da classificação. E ela se dá de acordo com os tipos de ovos e os tipos de clivagens que os organismos apresentam. Vamos entender como isso ocorre.

Os ovos dos embriões são compostos, em sua maioria, pelo citoplasma e pelo vitelo. Para quem não lembra, o vitelo é a reserva de nutrientes presentes nos ovos dos animais e serve para alimentar o embrião. Vejamos, então, como o vitelo se distribui nos ovos e como isso afeta a clivagem.

TIPOS DE OVOS

Ovos que possuem pouca quantidade de vitelo distribuído igualmente são chamados de oligolécitos e ocorrem nos invertebrados e cordados inferiores. Chamamos de mesolécitos os ovos que possuem uma quantidade moderada de vitelo concentrada no polo vegetal (parte inferior do ovo) e ocorrem em anfíbios e alguns tipos de peixes. Ovos telolécitos são aqueles que possuem uma grande quantidade de vitelo, deixando o citoplasma todo em forma de disco no polo animal (parte superior do ovo). Ocorre em cefalópodes, gastrópodes, peixes ósseos, répteis, aves e mamíferos não placentários. Ovos em que o vitelo ocupa a maior parte do ovo, ficando só uma região periférica e uma central sem vitelo, são chamados de centrolécitos e ocorrem em insetos. Já os ovos que não possuem vitelo são os alécitos e ocorrem em mamíferos placentários.

250kg

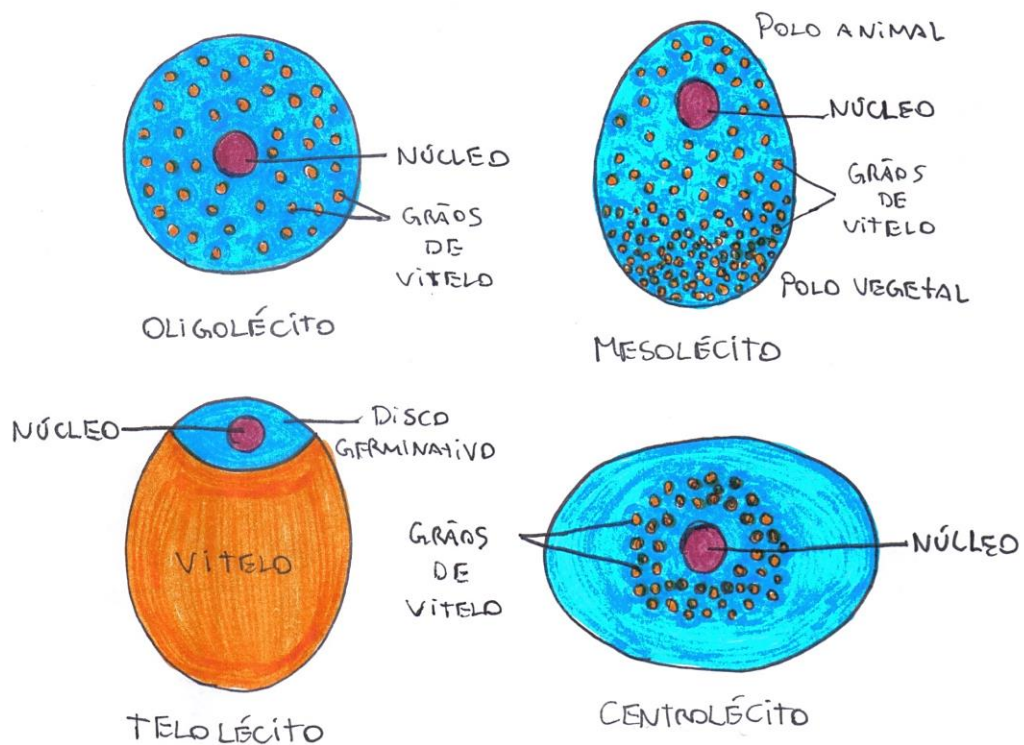


FIGURA: TIPOS DE OVOS DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE VITELO PRESENTE NELES.



## CLIVAGENS: AS PRIMEIRAS ETAPAS DA FORMAÇÃO DOS EMBRIÕES

Já deu para perceber que os seres se desenvolvem gradualmente, através das células que vão se multiplicando e diferenciando, né? Então agora vamos ver um pouco como isso acontece.

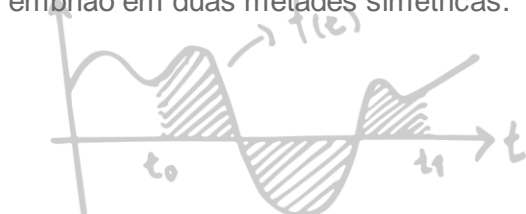
Quando o gameta feminino se une ao gameta masculino, ocorre a formação de uma nova célula, o zigoto, que nada mais é do que a mistura dessas duas células gaméticas. Esse zigoto vai sofrer divisões mitóticas sucessivas, que são chamadas de clivagens. Essas clivagens vão originando células que chamamos de blastômeros, já considerado um embrião. Nesse primeiro momento o embrião não tem seu tamanho alterado. Para entendermos melhor as clivagens e como elas ocorrem, devemos saber que elas não se dão de forma aleatória e, como já vimos antes, são afetadas pela quantidade de vitelo que há no ovo.

### TIPOS DE CLIVAGEM

Então, o ovo vai se dividir de acordo com a quantidade de vitelo que há nele, podendo ser total ou parcial. Na clivagem total (ou holoblástica) o embrião se divide por completo, de forma igual ou desigual. A clivagem igual ocorre em ovos alécitos e oligolécitos e divide o zigoto em blastômeros (células originadas pelas clivagens, lembram?) de igual tamanho. Já a clivagem desigual ocorre em ovos mesolécitos e as divisões do zigoto no polo animal, por possuírem menos vitelo, acontecem mais rápido do que no polo vegetal, que demora mais pela quantidade maior de vitelo presente.

Na clivagem parcial (ou meroblástica), a divisão se restringe a uma pequena região no citoplasma que não apresenta vitelo, podendo ser discoidal ou superficial. A clivagem discoidal ocorre em uma região dos ovos telolécitos de aves e peixes que não possui vitelo. Já a superficial ocorre na superfície dos ovos centrolécitos da maioria dos artrópodes.

Também classificamos os animais pela simetria do embrião, que pode ser radial ou bilateral. Na clivagem radial, o embrião se divide em metades simétricas, iguais, independente do plano em que ele se divide. É o caso dos equinodermos. O restante dos animais apresenta simetria bilateral, em que somente um plano divide o embrião em duas metades simétricas.

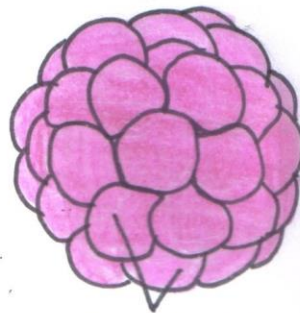




## DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Quando estudamos o desenvolvimento embrionário dos animais, geralmente tomamos como exemplo o anfioxo, por ser o primeiro animal protocordado. Apesar de o tipo de clivagem variar de acordo com a quantidade de vitelo no ovo e a gastrulação ocorrer de maneira diferente nos vertebrados, a ideia de como esse desenvolvimento se dá é muito semelhante. Isso porque os protocordados e os vertebrados fazem parte do mesmo filo: Chordata. Os cordados se caracterizam pela presença da notocorda, de musculatura associada a ela e de um tubo nervoso dorsal em pelo menos uma fase da vida. A notocorda é como um bastão flexível disposto ao longo do corpo do animal, que ajuda na sua locomoção. Nos anfioxos ela dá sustentação ao corpo.

Nesses animais os ovos se dividem de maneira total, igual e bilateral, havendo clivagens até formar um aglomerado de células, que chamamos de mórula (estrutura que se assemelha a uma amora). Até esse momento não existe um aumento no tamanho do embrião. Essas clivagens resultam em blastômeros de diferentes tamanhos: os macrômeros (maiores), no polo vegetal; e os micrômeros (menores), no polo animal. Durante as próximas divisões celulares, uma cavidade cheia de líquido se forma nesse embrião: esse estágio é a blástula. A cavidade é denominada blastocele e a camada celular que a envolve é a blastoderme.



BLASTÔMEROS

FIGURA 2: MÓRULA.

Essa blástula vai se modificando até chegar ao estágio de gástrula. Chamamos essa fase de gastrulação, em que o polo vegetativo se invagina, isso é, vai para dentro da célula, gerando uma nova cavidade: o arquêntero. Essa cavidade é o intestino primitivo do embrião, que se comunica com o meio externo através de uma abertura, o blastóporo. Essa abertura pode dar origem ao ânus ou à boca. Ao primeiro grupo damos o nome de deuterostômios e ao segundo de protostômios.



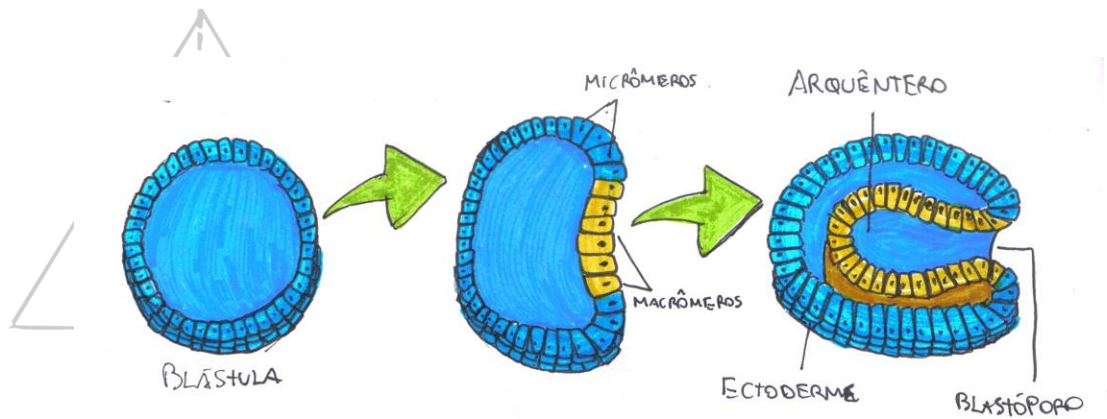


FIGURA : FORMAÇÃO DO ARQUÊNTERO.

A gástrula é envolta por duas camadas de células e é nesse estágio que se formam dois dos três folhetos embrionários: a ectoderme e a endoderme. A ectoderme é a camada mais externa e a endoderme é a mais interna. Uma parte da endoderme se diferencia formando a mesentoderme, que originará, mais tarde, a mesoderme.

O processo de invaginação anterior leva os micrômeros a ficarem na parte mais externa da célula, compondo a ectoderme. Já os macrômeros se ajustam na parte mais interna, compondo a endoderme.

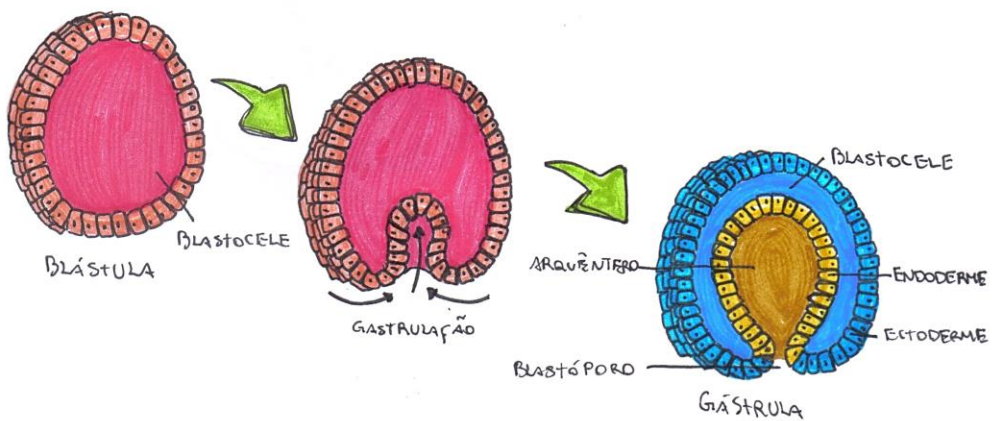


FIGURA : GASTRULAÇÃO/FORMAÇÃO DOS FOLHETOS.

Nesse momento se encerra a gastrulação e começa o processo de neurulação, em que ocorre formação dos tecidos e dos órgãos a partir dos folhetos embrionários (ectoderme, mesoderme e endoderme), recebendo o nome de organogênese, que vamos estudar a seguir.



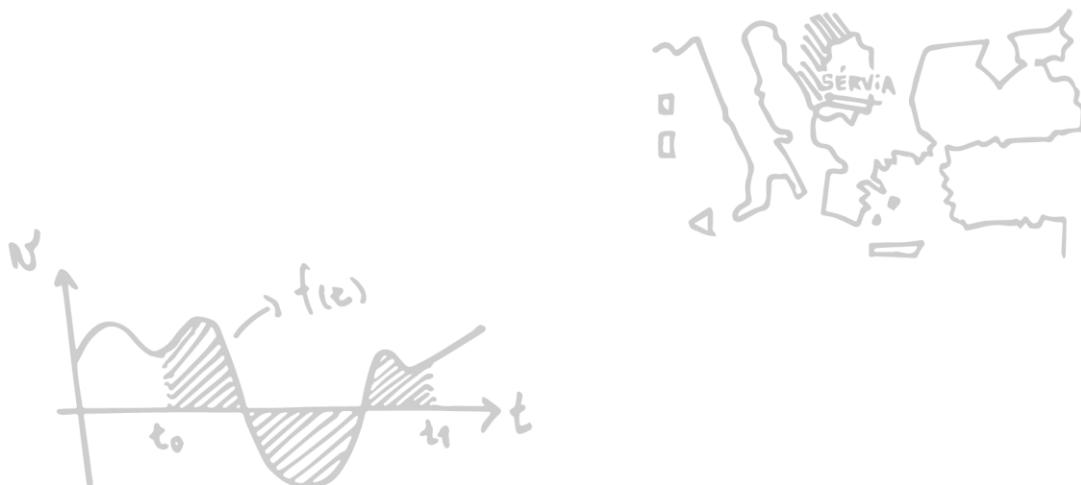
## ORGANOGENESE: A ORIGEM DOS ÓRGÃOS NOS EMBRIÕES

Então, pessoal, essa é a última parte do desenvolvimento embrionário. Começa com algumas células entrando em divisão e, quase que simultaneamente, ocorre a formação do tubo neural, da mesoderme e da notocorda. O embrião sofre um achatamento dorsal, formando a placa neural. Essa estrutura, como podemos observar na imagem abaixo, se origina a partir da ectoderme e se dobra, originando o tubo neural.

Enquanto o tubo neural está se formando, a mesoderme (parte da endoderme) se diferencia, dando origem à mesoderme e à notocorda. A mesoderme em si irá formar os somitos, pacotes de células muito importantes na organogênese. Vocês já devem ter estudado sobre os animais celomados, acelomados e pseudocelomados, né? Pois então, o celoma é a cavidade interna dos somitos! Esse estágio do desenvolvimento é chamado de nêurula; nele já podemos ter uma boa ideia de como será o organismo adulto. Daqui para frente é só alegria! Nesse momento todos os tecidos e órgãos do animal (nesse caso o anfióxico) se diferenciam. Esse processo é muito semelhante nos vertebrados. Vamos entender o que vai formar o que, então.

A ectoderme, parte mais externa, dará origem à epiderme, que é o revestimento do animal, e também ao sistema nervoso, visto que o tubo neural deriva desse folheto e se transforma no cordão nervoso dorsal. A endoderme vai se diferenciar no tecido de revestimento de cavidades externas, como o tubo digestório. Já os somitos, bloco de células originados da mesoderme, originam os músculos, também preenchendo os espaços entre a ectoderme e a mesoderme no corpo do animal. E lembram do celoma? Ele se transforma na futura cavidade corporal.

E assim temos a formação dos órgãos e dos tecidos. Ao observarmos o desenho abaixo, podemos perceber que essa formação não é aleatória; ao entendermos como os folhetos embrionários se formam e os locais que eles ocupam, fica mais fácil de compreender quais órgãos e tecidos eles irão formar.



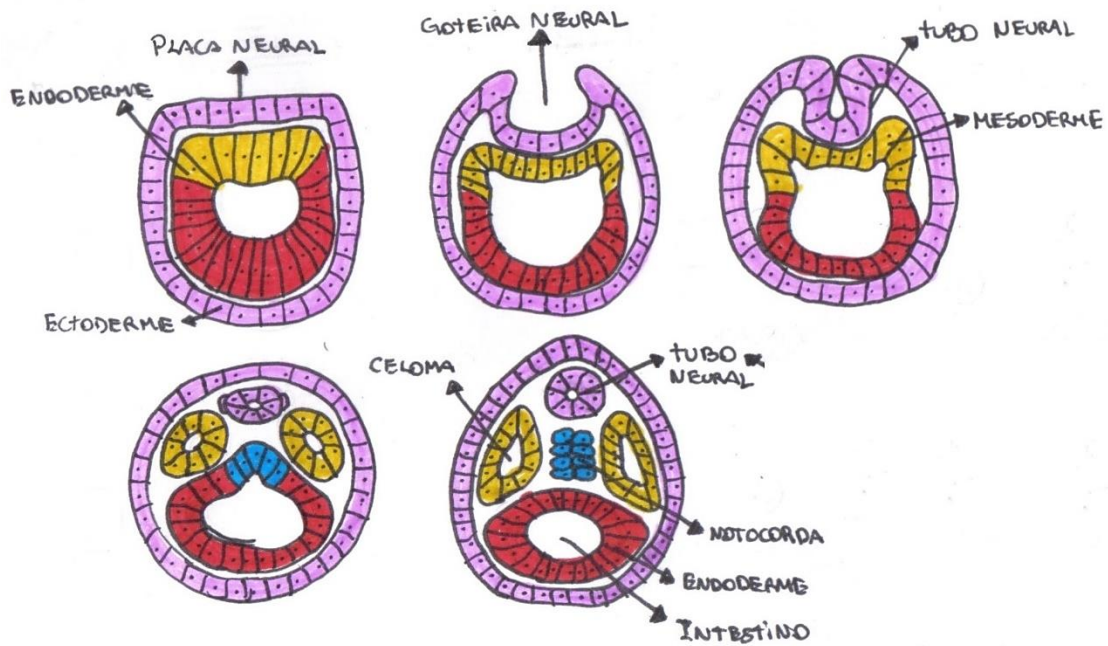


FIGURA : ORGANOGÊNESE.

meSalva!

