

Gastrulação

- Ouriço do mar
- Zebrafish
- Xenopus
- Galinha
- Mamíferos
- Drosophila

Gastrulação

“It is not birth, marriage or death, but gastrulation, which is truly the most important time in your life”
Lewis Wolpert (1986)

Não é o nascimento, o casamento ou a morte, mas a **gastrulação**, a época mais importante da sua vida

É a reorganização das células da blástula

-as células adquirem novas posições e se estabelece o plano do corpo do embrião (morfogênese e sinalização!)

-precursores de órgãos endodérmicos e mesodérmicos são trazidas para dentro.

- precursores da pele e do sistema nervoso são distribuídas na superfície externa.

Gastrulação

Formam-se os três folhetos embrionários:

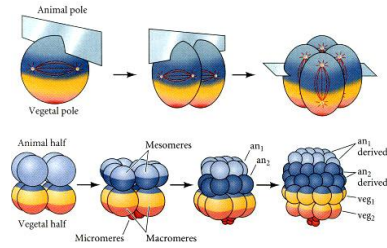


Movimentos Celulares



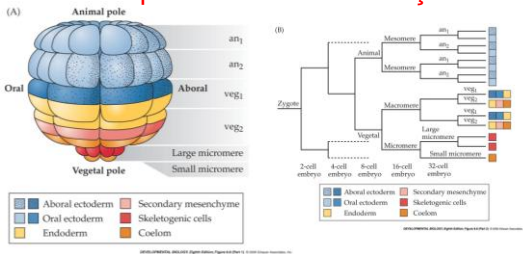


Clivagem Holoblástica Radial



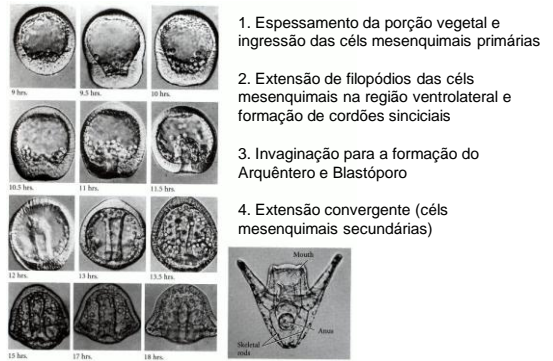
O mesênquima primário é derivado dos micrômeros, descendentes dos quatro blastômeros que se formaram pela clivagem assimétrica.

Mapa de Destino no Ouriço

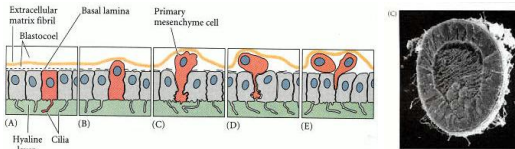


- Cada blastômero produz sempre o mesmo tipo de células, mas estas continuam pluripotentes...
- O destino celular depende de sua posição em relação às células vizinhas
- Micrômeros sinalizam p/ que as células adjacentes se tornem endoderme
- Especificação dos micrômeros gerada por sinalização (Wnt/beta-catenina)

Gastrulação do Ouriço



Ingressão do Mesênquima Primário

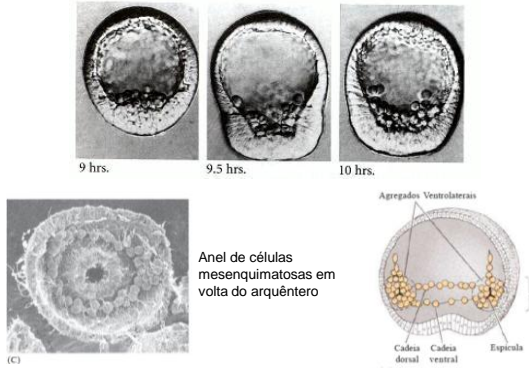


- Alterações na afinidade aos componentes extracelulares

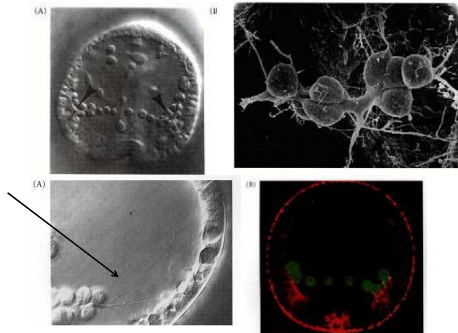
- FIBRONECTINA (glicoproteína na lamina basal)
- PROTEOGLICANOS SULFATADOS (superfície das células mesenquimais)
- ECM18 (matriz extracelular da blastocele)

**Migração das células mesenquimais primárias
Importância da ECM!**

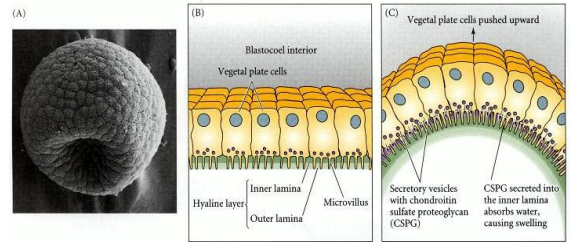
Ingressão do Mesênquima Primário



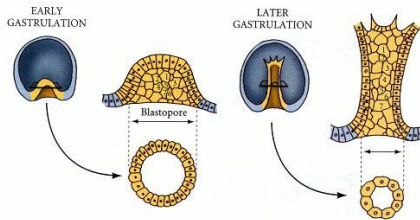
Ingressão do Mesênquima Primário



Invaginação do Arquêntero



Invaginação do Arquêntero

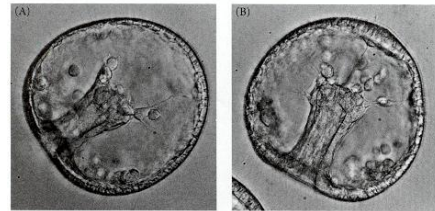


Extensão convergente!

Migração das céls. do arquêntero umas sobre as outras e achatamento para alongar o tubo

Não há proliferação celular!

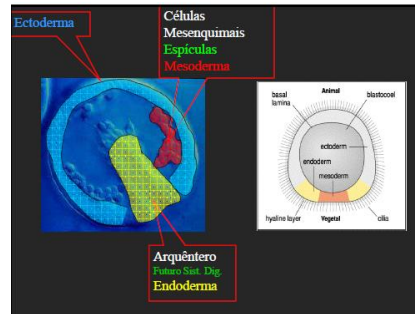
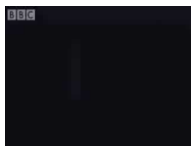
Invaginação do Arquêntero



Células mesenquimais estendem filopódios

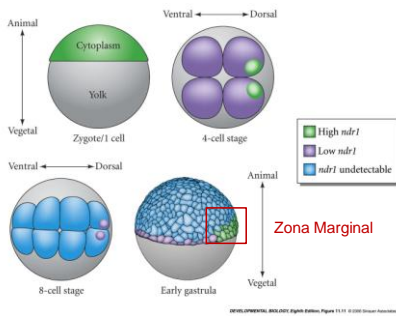
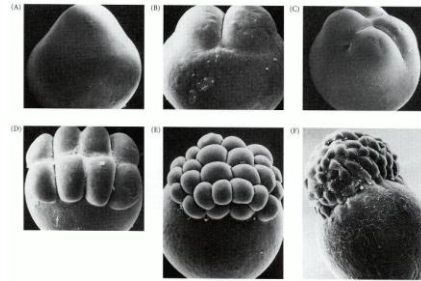
encontram o "alvo" e conectam a parede da blastocele à ponta do arquêntero (futura boca)

Mapa de Destino



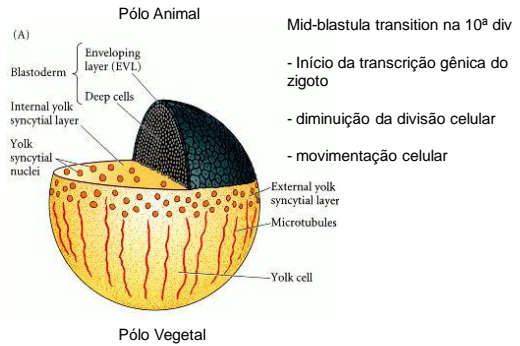


Clivagem Meroblástica Discoidal



Dispersão do mRNA materno para a Nodal-related protein no citoplasma do zigoto

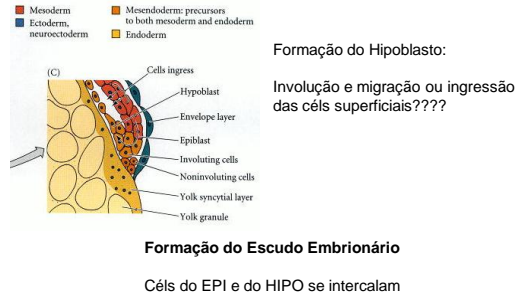
Transição da Blástula Intermediária



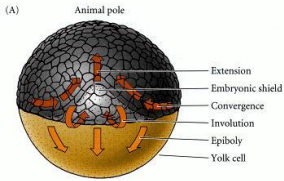
Epibolia das células blastodérmicas sobre o vitelo



Zona Marginal



Escudo Embrionário



Equivalente funcional do lábio do blastoporo!!!!!!

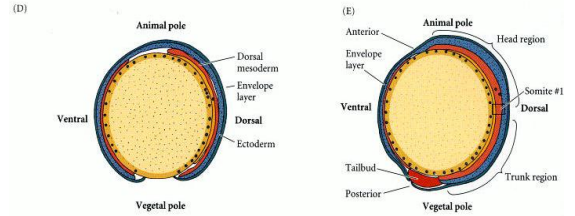
Céls hipoblásticas do escudo convergem e migram anteriormente (cordomesoderma)

Céls adjacentes ao cordomesoderma são precursoras dos somitos (mesodérmicos)

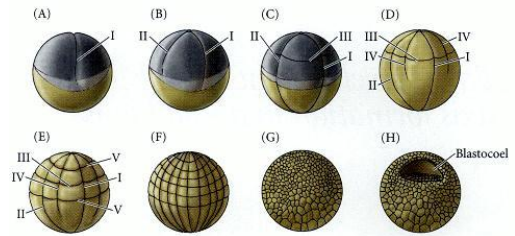
Convergência e extensão do epiblasto formam a quilha neural

O resto do epiblasto será a pele

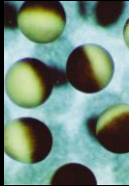
Gastrulação Completa



Clivagem Holoblástica Radial Deslocada



Xenopus



Polaridade do Ovo

O óvulo tem polaridade no eixo animal-vegetal

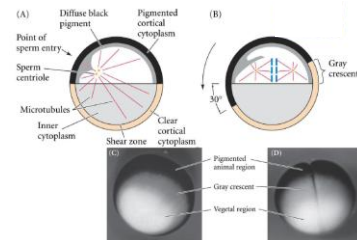
animal	{	Pele, nervos ECTODERMA	vegetal	{	Intestino e órgãos associados ENDODERMA
--------	---	---------------------------	---------	---	---

O óvulo não tem polaridade no eixo dorso-ventral (DV)

Determinação do eixo DV na fertilização!

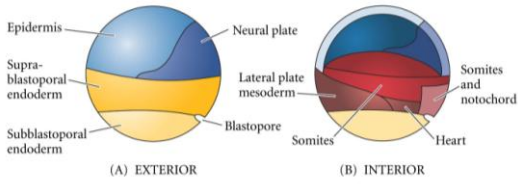
ROTAÇÃO CORTICAL

Rotação Cortical



ROTAÇÃO CORTICAL: citoplasma cortical roda 30° em relação ao ponto de entrada do espermatozóide, mas o citoplasma interno não roda. Nova simetria no ovo!

Mapa de Destino no Xenopus



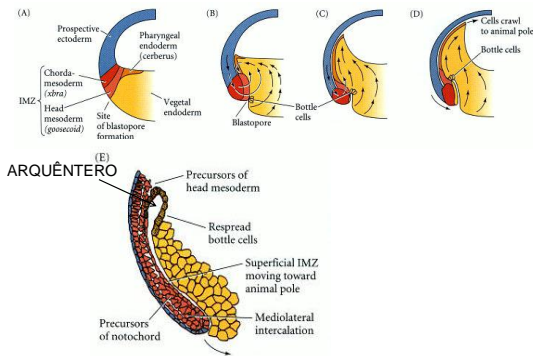
O destino das células depende da sua localização (camadas mais ou menos profundas) no embrião

Precusores da camada mais interna: **MESODERME**
 Precusores da camada superficial: **ENDODERME** e **ECTODERME**

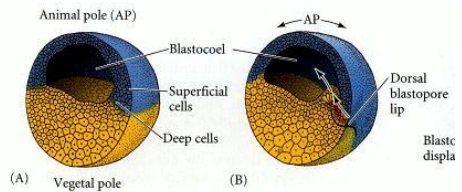
Movimentos Celulares Gastrulação

Início ocorre no crescente cinzento (futuro lado dorsal)
 Início na zona marginal (ZM), equador da blástula

1. Invaginação das células-garrafa (futuras células endodérmicas), formando o blastóporo e iniciando o arquêntero
2. Formação do lábio do blastóporo DORSAL e invaginação das células da ZM
3. Deslocamento da blastocele (oposto ao lábio do blastóporo dorsal)
4. Expansão crescente (ventro-lateral) do lábio do blastóporo dorsal e formação do tampão vitelínico e do arquêntero
5. Internalização do tampão vitelínico



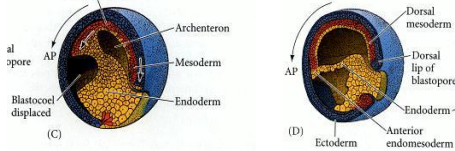
Movimentos Celulares Gastrulação



Células de garrafa da margem movem-se para o interior para formar o lábio do blastóporo dorsal.

Precusores mesodérmicos involem sob o teto da blastocele.

Movimentos Celulares Gastrulação

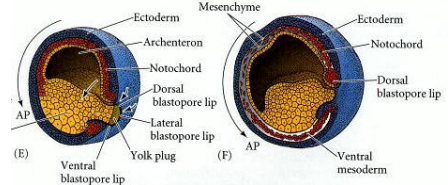


O arquêntero se forma e desloca a blastocele.

As células migram dos lábios lateral e ventral do blastoporo para dentro do embrião.

As células do hemisfério animal migram em direção da região vegetal, movendo o blastoporo para a região próxima do pólo vegetal.

Movimentos Celulares Gastrulação

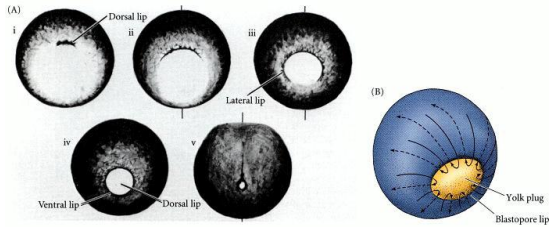


A blastocele é obliterada pelo tampão vitelínico.

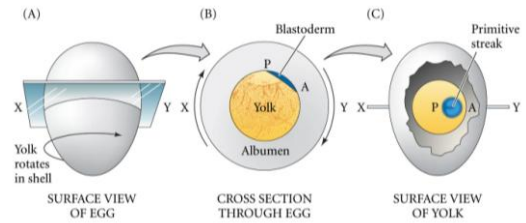
O embrião fica envolvido pelo ectoderma.

O endoderma foi internalizado, e as células mesodérmicas se posicionaram entre o ectoderma e o endoderma.

Epibolia do Ectoderma



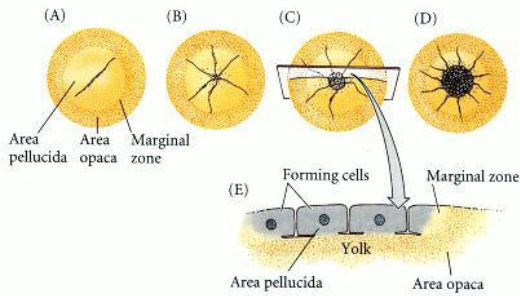
VÍDEO GASTRULAÇÃO



Rotação muda o vitelo de forma que os componentes mais leves (determinantes maternos) fiquem laterais à blastoderme

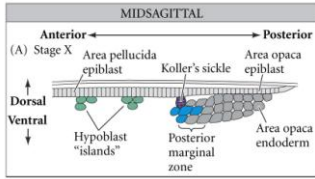
Ocorre um "levantamento" de um dos lados da blastoderme, que será a região posterior do embrião

Clivagem Meroblástica Discoidal



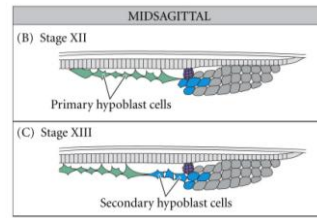
Disco Bilaminar

Formação da Linha Primitiva



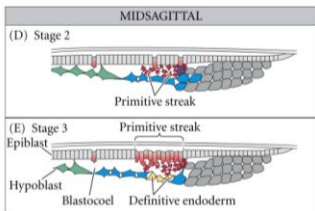
- 1 – delaminação do epiblasto p/ formar as ilhas do hipoblasto primário
- 2 – espessamento da PMZ "atrás" da foice de Koller

Formação da Linha Primitiva

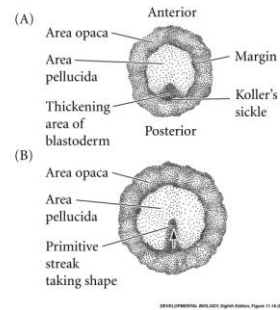


- 3 – as células da PMZ migram anteriormente e se fundem com o hipoblasto
- 4 – formação do hipoblasto secundário

Formação da Linha Primitiva



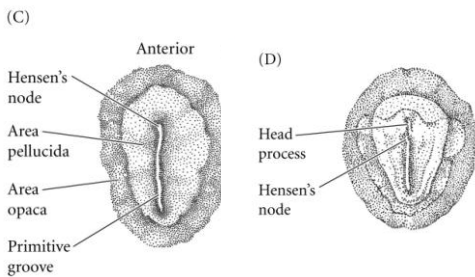
- 5 – formação da camada de células da linha primitiva
- 6 – linha primitiva definitiva no epiblasto



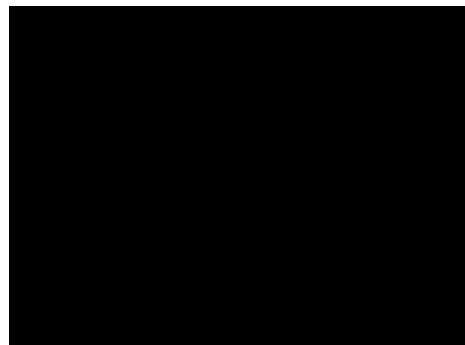
Convergência das células para formação da FENDA PRIMITIVA (depressão)

As células migram através da FENDA para a blastocele

MARCA O EIXO ANTERO-POSTERIOR DO EMBRIÃO!!!!



Nó de Hensen: espessamento regional na porção anterior

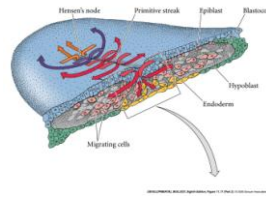


- 1 – Migração das primeiras céls (intestino anterior)
- 2 – deslocamento do hipoblasto para a porção anterior da área pelúcida (**crense germinativo**)

As células do Epiblasto que migram para o "meio": **Mesoderma**

As células do Epiblasto que migram para a camada hipoblástica: **Endoderma**

As células do Hipoblasto são deslocadas lateralmente para formarem a **VESÍCULA VITELÍNICA**



Região anterior da linha primitiva: formação do endoderma anterior e o mesoderma pré-cordal

Região mediana da linha primitiva: formação da notocorda, e estruturas mesodérmicas laterais

Região mediana da linha primitiva: formação da notocorda, e estruturas mesodérmicas laterais

As células migratórias do EPIBLASTO
 - **Mesoderma** na blastocele
 - **Endoderma** quando se inserem no Hipoblasto
 - As que permanecem na superfície formam o **Ectoderma**

Regressão da Linha Primitiva e Epibolia da Ectoderme

Enquanto a ingressão do mesoderma continua, a linha primitiva começa a regredir

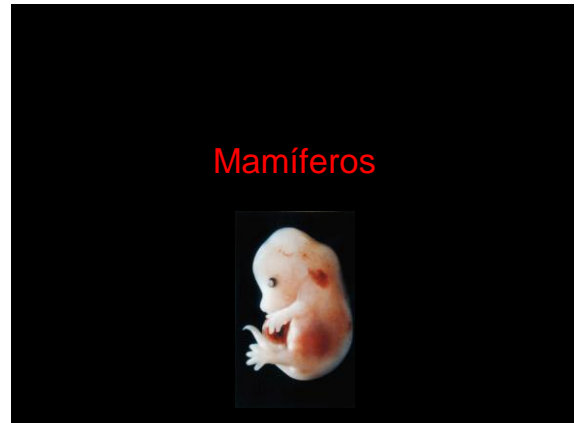
- Nó de Hensen se desloca posteriormente formando a região anal
- endoderme e mesoderme encontram-se dentro do embrião
- o epiblasto é composto somente de células ectodérmicas

Gradiente de Maturação

Porção posterior gastrulando enquanto a anterior já está formando os órgãos

Epibolia da Ectoderme

Céls precursoras ectodérmicas proliferam e migram para envolver o vitelo



Mamíferos

Clivagem Holoblástica Rotacional

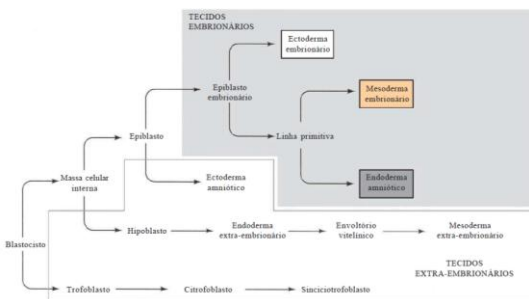
Gastrulação semelhante à das aves, mesmo na ausência de vitelo

Necessidade do desenvolvimento de um órgão fetal capaz de absorver nutrientes da mãe

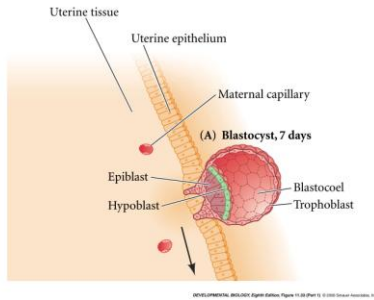
PLACENTA!!!!!!!!!!!!

Córon: parte fetal (céls trofoblasto + ICM)

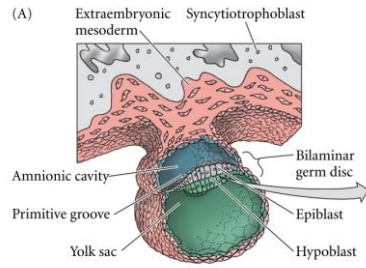
Decídua: parte materna, rica em vasos



Derivação de tecidos de embriões humanos

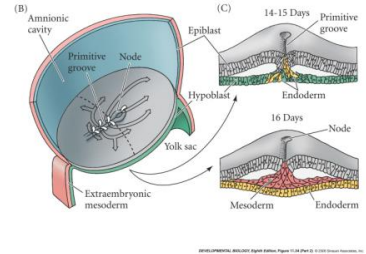
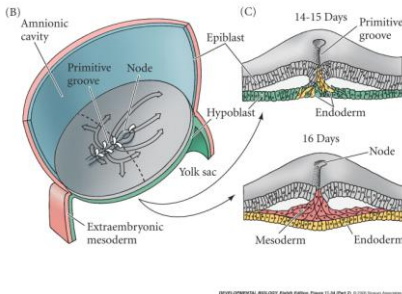


Disco Bilaminar: EPIBLASTO + HIPOBLASTO



HIPOBLASTO: céls delaminam da ICM e delinham a cavidade da blastocèle. Dão origem à endoderme extraembrionária (saco vitelínico)

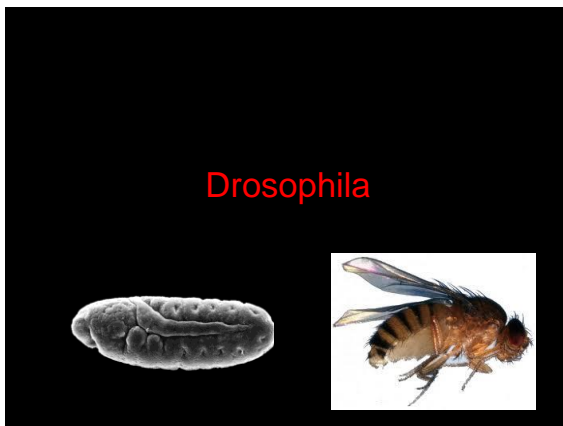
EPIBLASTO: forma o embrião e delinham a cavidade amniótica



GASTRULAÇÃO começa no NÓ
Meso e endoderme migram pela linha primitiva
Céls migram pelo NO e entram na endoderme do intestino primitivo, convergem e formam a notocorda

Precusores ectodérmicos estão localizados anteriormente à linha primitiva

A substituição do hipoblasto por precusores endodérmicos ocorre entre 15-16d, enquanto a formação do mesoderma só começa no 16d

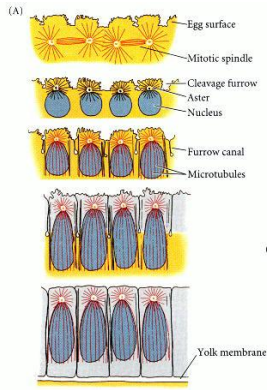


Clivagem Meroblástica Superficial



Formação de céls polares (gametas)

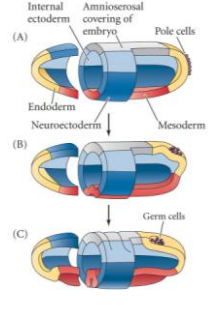
Blastoderme sincial (vários núcleos e 1 cito)



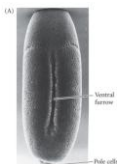
Formação da Blastoderme Celular
 - Invaginação da MP entre os núcleos
 - formação de céls únicas (13ª div)

Oócito com 6.000 céls!!!!!!

Gastrulação
Invaginação da Mesoderme

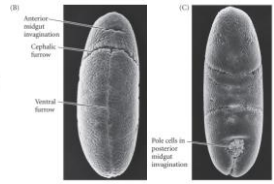
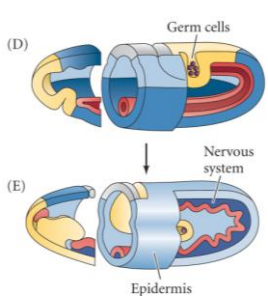


(A) Destinos dos futuros tecidos antes da gastrulação



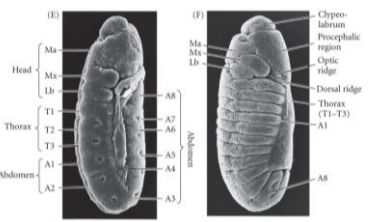
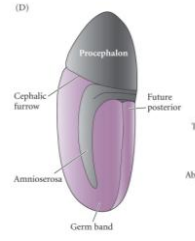
(B) e (C) Início da gastrulação com a invaginação da mesoderme ventral para o interior do embrião

Gastrulação



(D) O sulco se fecha, com células mesodérmicas internamente
 Células polares e o endoderma posterior mergulhando no embrião.

Gastrulação Segmentação



(D) Vista lateral mostrando migração completa da banda germinativa.

(E) Início da segmentação ao longo da banda germinativa.



FIM!