

# 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.

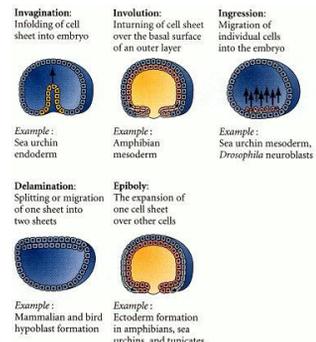
- precursores da pele e do sistema nervoso são distribuídas na superfície externa.

## Gastrulação

Formam-se os três folhetos embrionários:

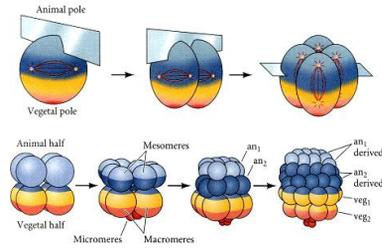


## Movimentos Celulares



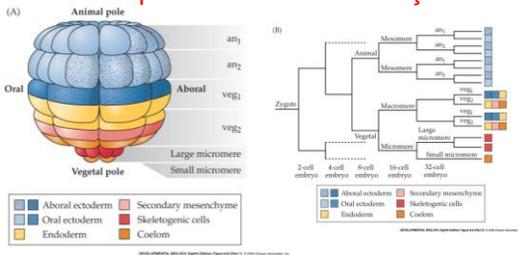


### Clivagem Holoblástica Radial



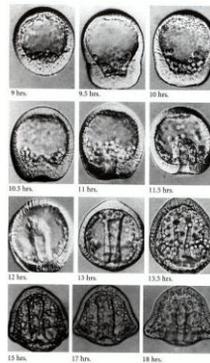
O mesênquima primário é derivado dos micrômeros, descendentes dos quatro blastômeros que se formaram pela clivagem assimétrica.

### Mapa de Destino no Ouriço

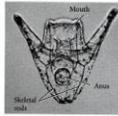


- Cada blastômero produz sempre o mesmo tipo de células, mas estas continuam pluripotentes...
- O destino celular depende de sua posição em relação às células vizinhas
- Micrômeros sinalizam p/ que as células adjacentes se tornem endoderme
- Especificação dos micrômeros gerada por sinalização (Wnt/beta-catenina)

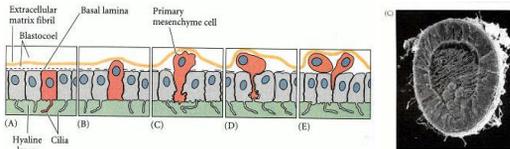
### Gastrulação do Ouriço



1. Espessamento da porção vegetal e ingresso das células mesenquimais primárias
2. Extensão de filopódios das células mesenquimais na região ventrolateral e formação de cordões sinciciais
3. Invaginação para a formação do Arquêntero e Blastóporo
4. Extensão convergente (células mesenquimais secundárias)



### Ingressão do Mesênquima Primário

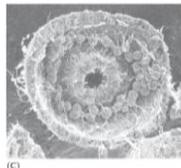
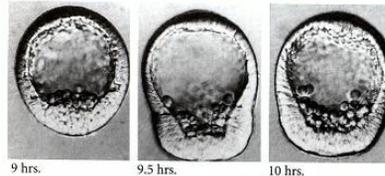


- Alterações na afinidade aos componentes extracelulares

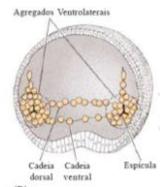
- FIBRONECTINA (glicoproteína na lamina basal)
- PROTEOGLICANOS SULFATADOS (superfície das células mesenquimais)
- ECM18 (matriz extracelular da blastocele)

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

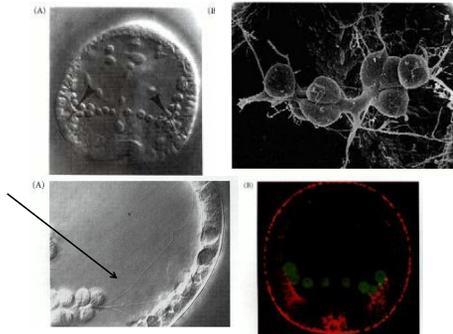
### Ingressão do Mesênquima Primário



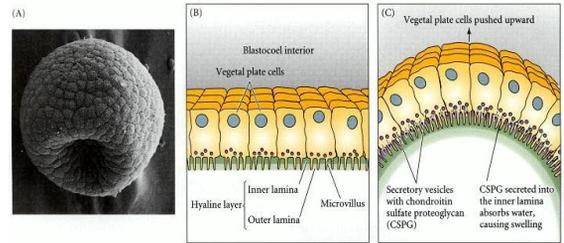
Anel de células mesenquimatosas em volta do arquêntero



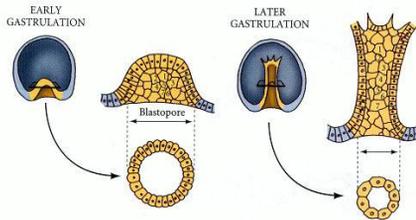
### Ingressão do Mesênquima Primário



### Invaginação do Arquêntero



### Invaginação do Arquêntero

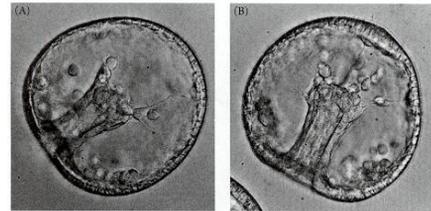


#### Extensão convergente!

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

Não há proliferação celular!

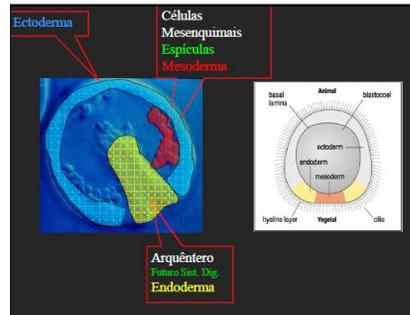
### Invaginação do Arquêntero



Células mesenquimais estendem filopódios da ponta do arquêntero

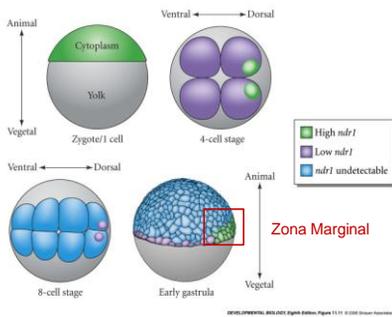
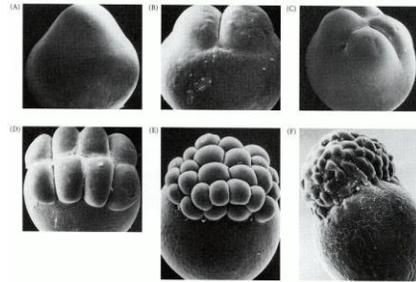
Cabos de filopódios encontram o "alvo" e conectam a parede da blastocèle à ponta do arquêntero (futura boca)

### Mapa de Destino



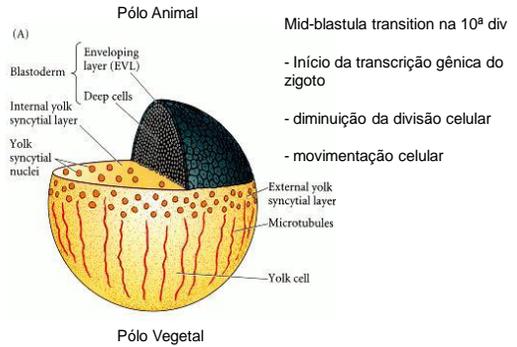


## Clivagem Meroblástica Discoidal



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

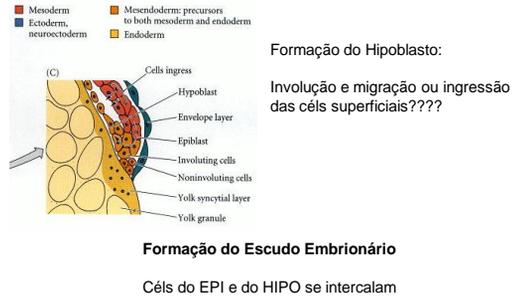
## Transição da Blástula Intermediária



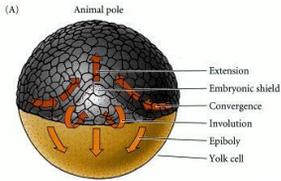
## Epibolia das células blastodérmicas sobre o vitelo



## Zona Marginal



## Escudo Embrionário



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

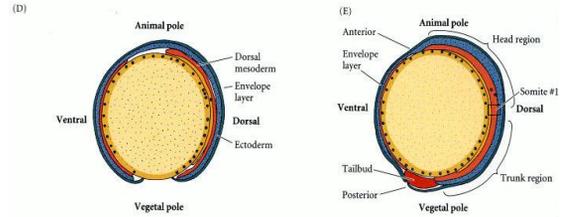
Céls hipoblásticas do escudo convergem e migram anteriormente (cordomesoderma)

Céls adjacentes ao cordomesoderma são precursoras dos somitos (mesodérmicos)

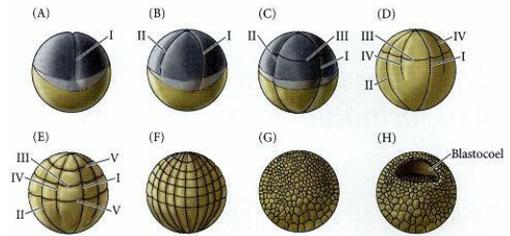
Convergência e extensão do epiblasto formam a quilha neural

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

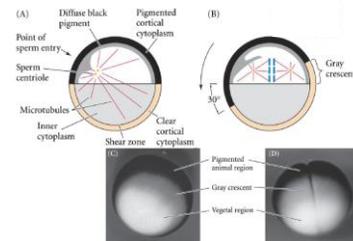
animal	[	Pele, nervos	vegetal	[	Intestino e órgãos
		ECTODERMA			associados

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

Determinação do eixo DV na fertilização!

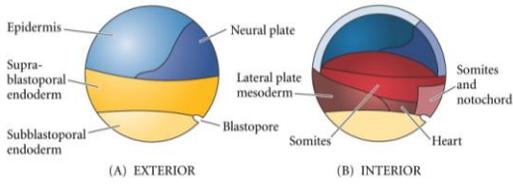
### ROTAÇÃO CORTICAL

## 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



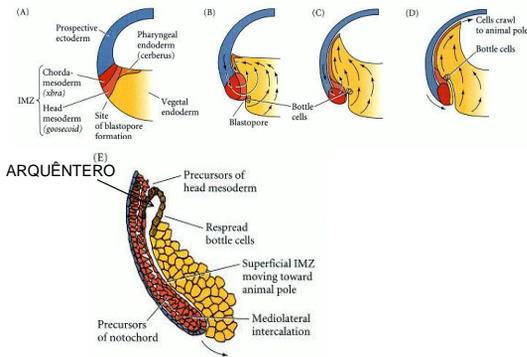
O destino das células depende da sua localização (camadas mais ou menos profundas) no embrião

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

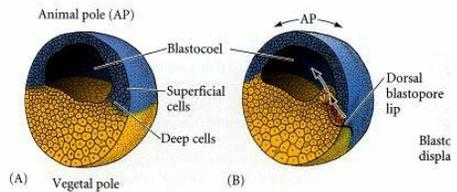
## Movimentos Celulares Gastrulação

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



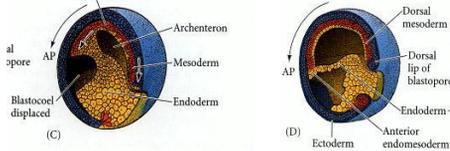
## Movimentos Celulares Gastrulação



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

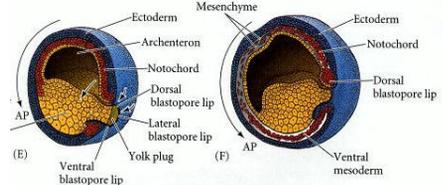


O arquêntero se forma e desloca a blastocele.

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

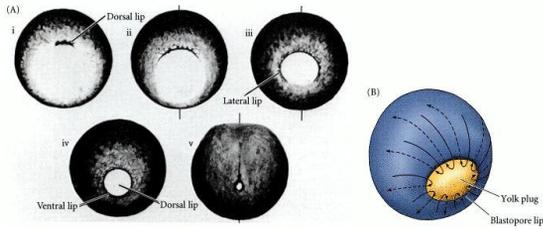


A blastocele é obliterada pelo tampão vitelínico.

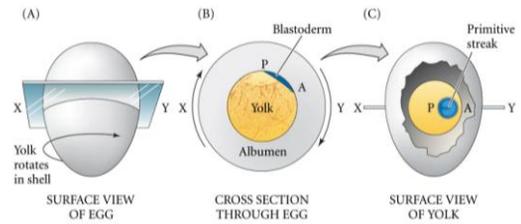
O embrião fica envolvido pelo ectoderma.

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

## Epibolia do Ectoderma



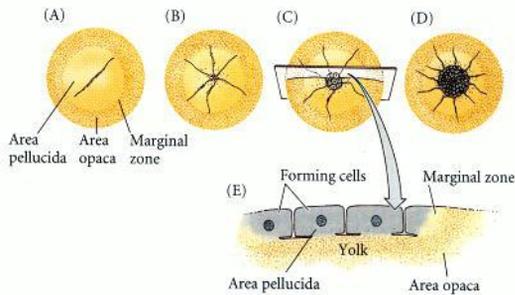
## VÍDEO GASTRULAÇÃO



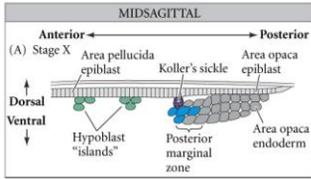
Rotação muda o vitelo de forma que os componentes mais leves (determinantes maternos) fiquem laterais à blastoderme

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

## Clivagem Meroblástica Discoidal

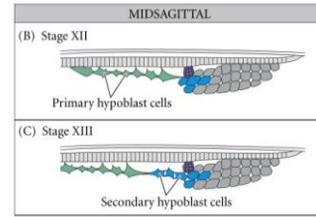


### Formação da Linha Primitiva



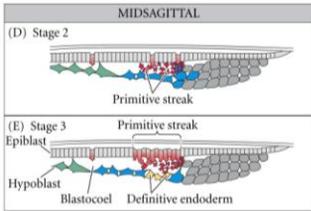
- 1 – delaminação do epiblasto p/ formar as ilhas do hipoblasto primário
- 2 – espessamento da PMZ "atrás" da foice de Koller

### Formação da Linha Primitiva

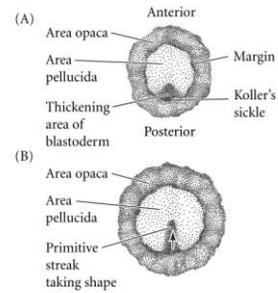


- 3 – as células da PMZ migram anteriormente e se fundem com o hipoblasto
- 4 – formação do hipoblasto secundário

### Formação da Linha Primitiva



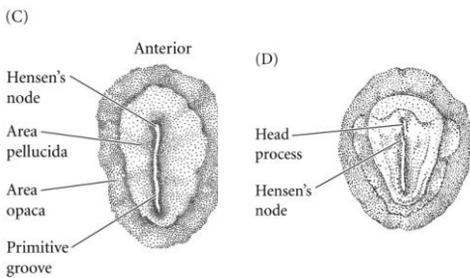
- 5 – formação da camada de células da linha primitiva
- 6 – linha primitiva definitiva no epiblasto



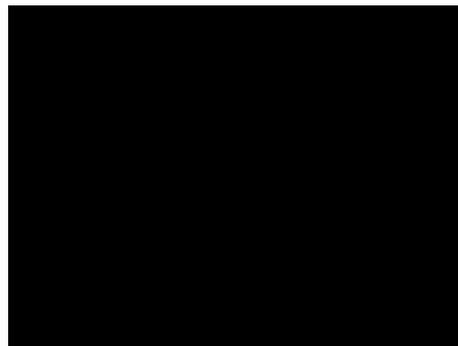
Convergência das céls para formação da FENDA PRIMITIVA (depressão)

As céls migram através da FENDA para a blastocele

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



**Nó de Hensen:** espessamento regional na porção anterior

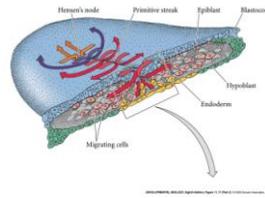


- 1 – Migração das primeiras céls (intestino anterior)
- 2 – deslocamento do hipoblasto para a porção anterior da área pelúcida (**crense germinativo**)

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 posterior 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

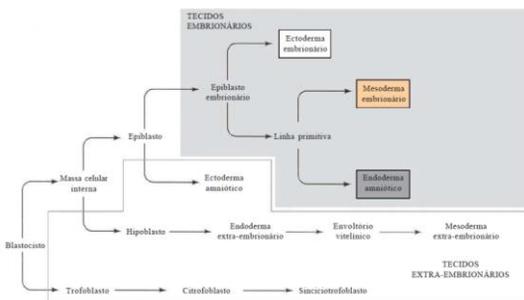
Gastrulação semelhante à das aves, mesmo na ausência de vitelo

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

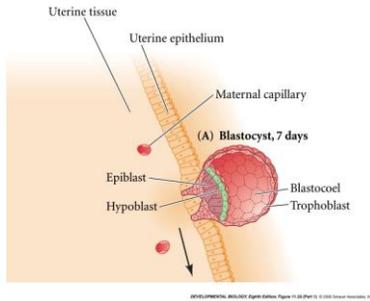
### PLACENTA!!!!!!!!!!!!

Córon: parte fetal (céls trofoblasto + ICM)

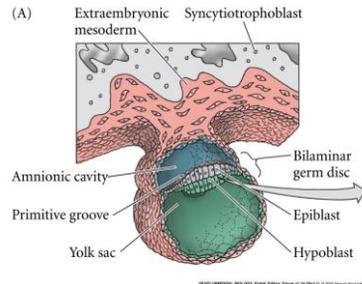
Decídua: parte materna, rica em vasos



Derivação de tecidos de embriões humanos

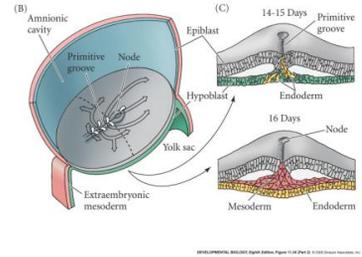
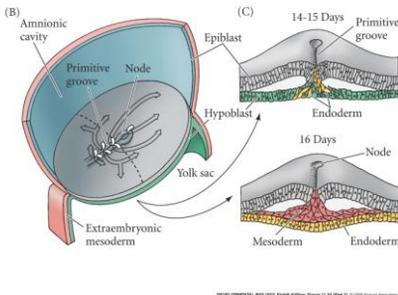


**Disco Bilaminar: EPIBLASTO + HIPOBLASTO**



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

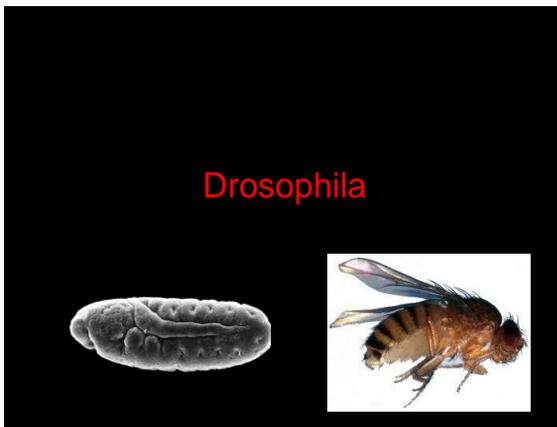
EPIBLASTO: forma o embrião e delinham a cavidade amniótica



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

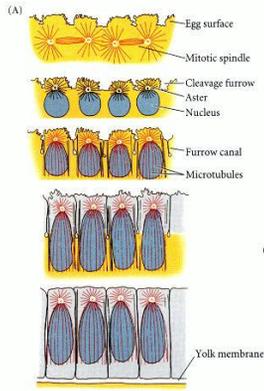


**Clivagem Meroblástica Superficial**



Formação de céls polares (gametas)

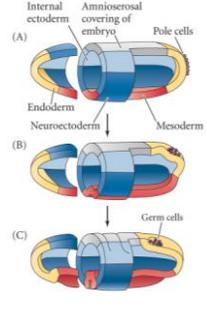
Blastoderme sincial (vários núcleos e 1 cito)



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

**Oócito com 6.000 céls!!!!!!**

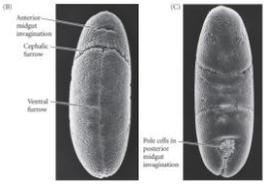
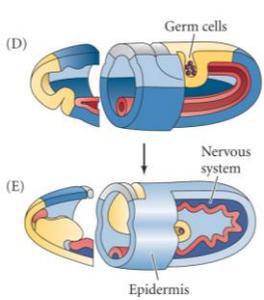
**Gastrulação**  
**Invaginação da Mesoderme**



(A) Destinos dos futuros tecidos antes da gastrulação

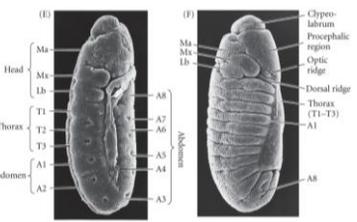
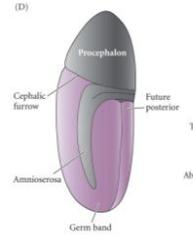
(B) e (C) Início da gastrulação com a invaginação da mesoderme ventral para o interior do embrião

**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.

