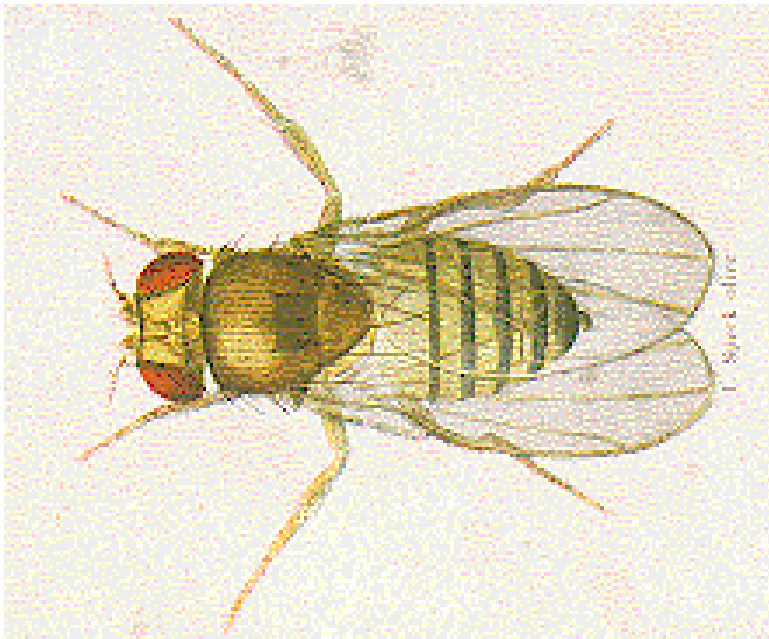


Biologia do Desenvolvimento:

ACH4067

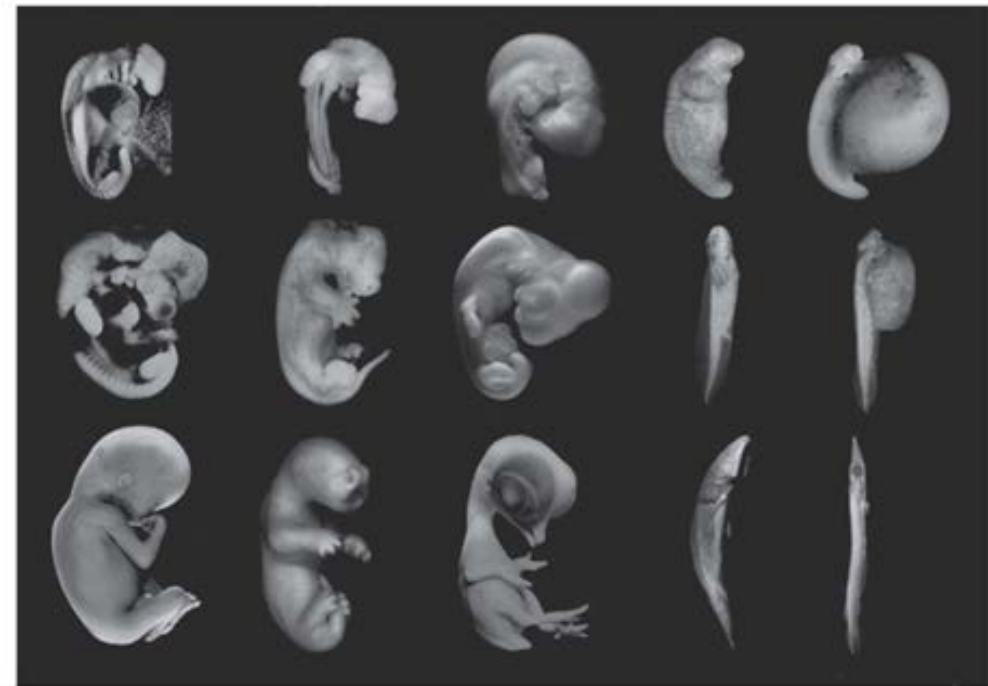
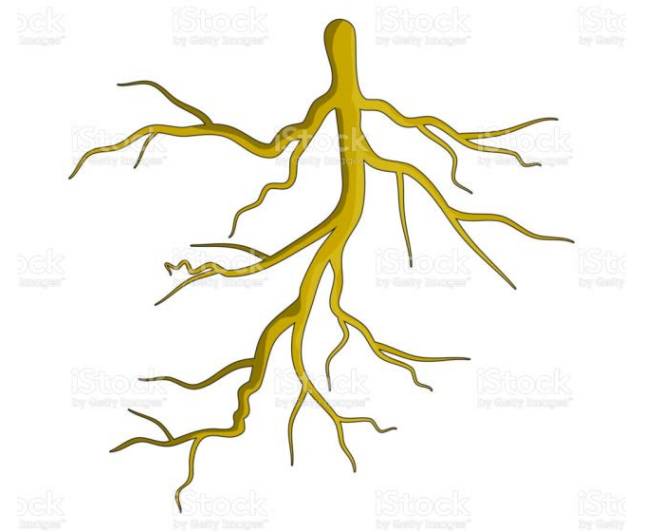
# AULA\_10\_EMBRIOGÊNESE ANIMAL-I



*Prof. Luiz Paulo Andrioli  
Escola de Artes, Ciências  
e Humanidades da USP  
lpma@usp.br*

# Uma pequena história....

- Estudos morfológicos comparando embriões entre espécies diferentes;
- É um estudo raiz na biologia do desenvolvimento;
- Karl Ernst von Baer, em 1828, reconheceu semelhanças entre animais de classes de vertebrados diferentes logo após a nêurula;
- Propôs que características gerais de um grupo aparecem cedo no desenvolvimento e depois características particulares surgem em cada grupo.

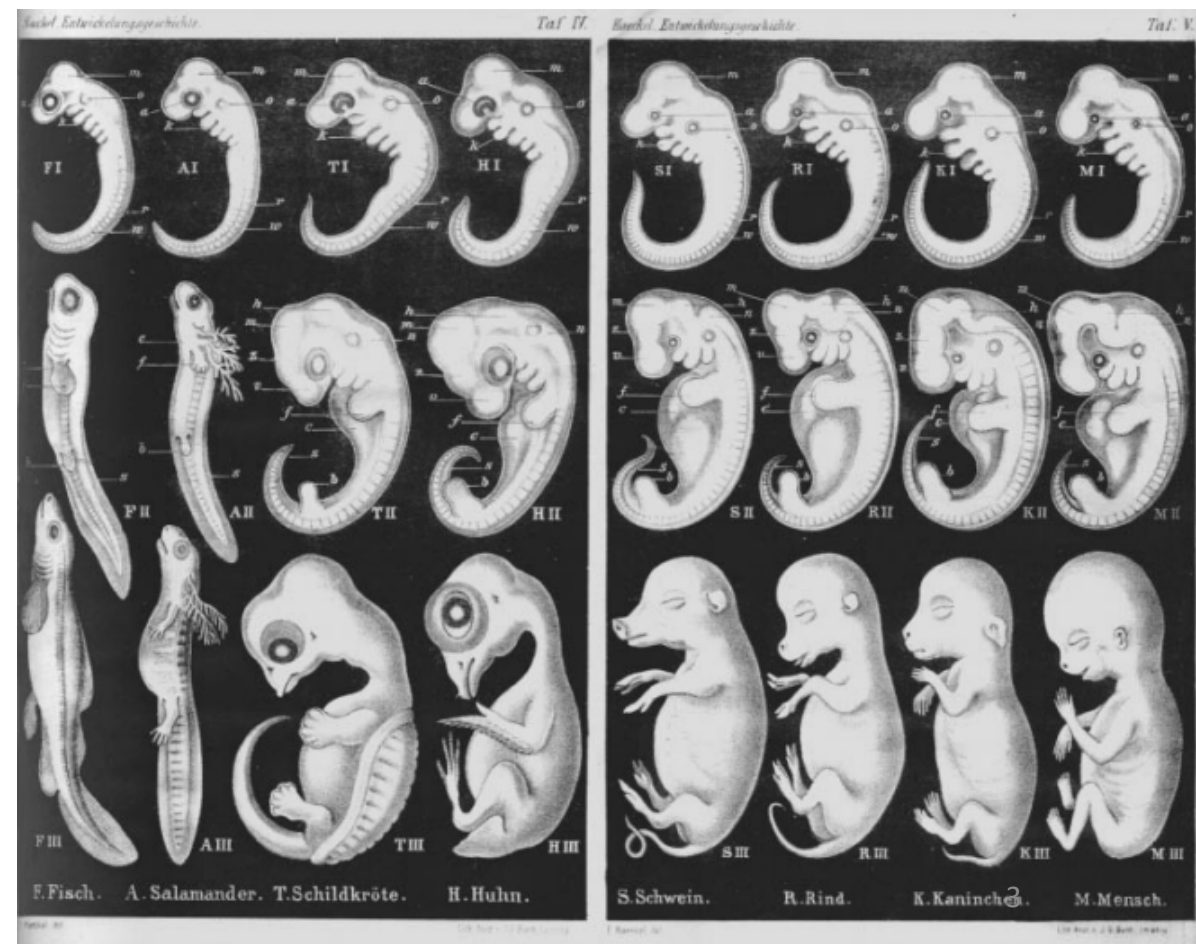


Human      Opossum      Chicken      Salamander  
(axolotl)      2 (gar)

# Uma pequena história...

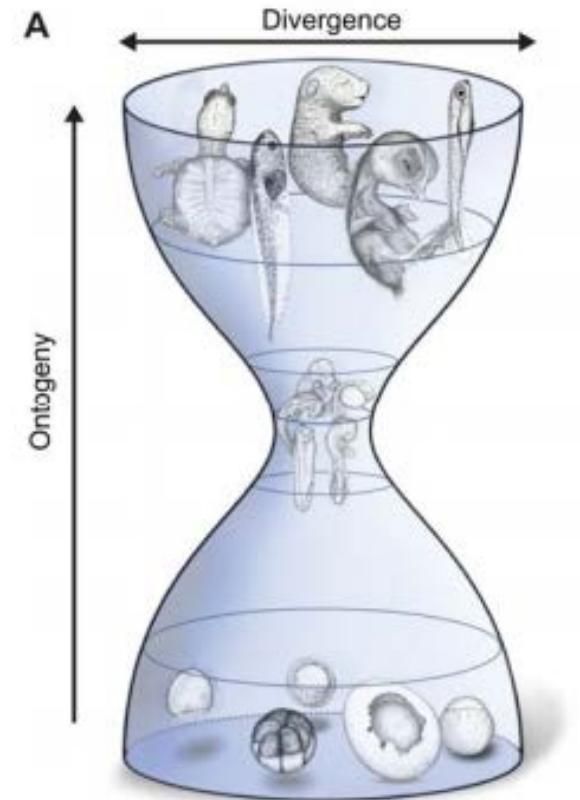
- Essas observações foram retomadas em 1866 por Ernst Haeckel;
- Lei da Biogenética: “Ontogenia recapitula Filogenia”;

- Ele concluiu que espécies mais recentes;
- Durante sua fase embrionária;
- Recapitulam estágios anteriores da filogenia;
- Mesmo das formas adultas...
  
- Ponto para von Baer!



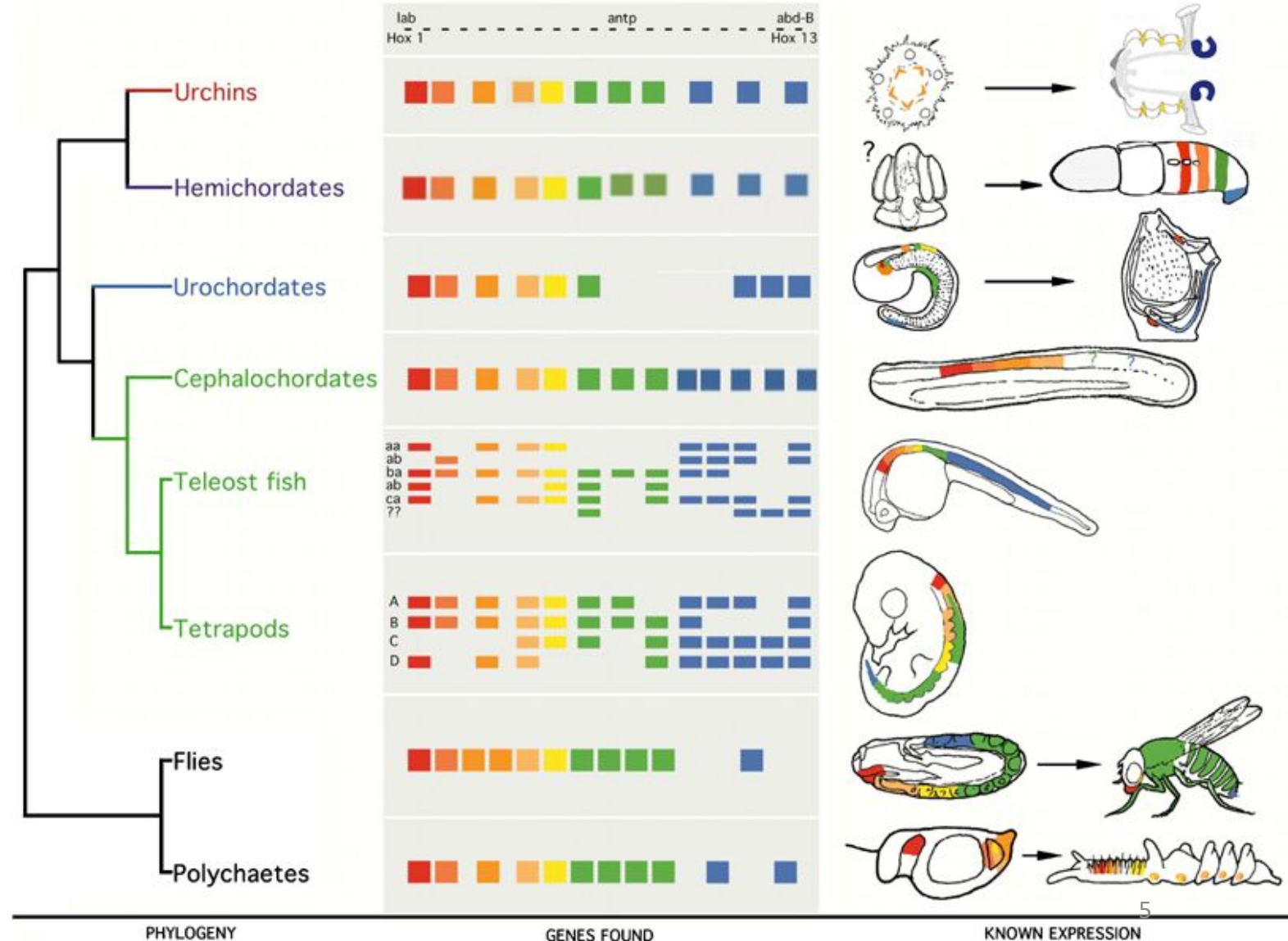
# Uma pequena história....

- Os vertebrados iniciam a embriogênese de forma muito distinta e se assemelham no estágio seguinte da neurulação;
- Para depois divergirem novamente gerando as distintas morfologias do corpo;
- Esse fenômeno foi comparado a uma ampulheta;
- Uma das hipóteses levantadas propôs a existência de um estágio filotípico comum entre os vertebrados;
- Será que existe um estágio zootípico?



# Uma pequena história....

- A descoberta dos genes *hox*, fatores de transcrição fundamentais para a formação dos padrões corporais dos animais, amplamente conservados entre os metazoários;
- Mas não engloba todos os animais!

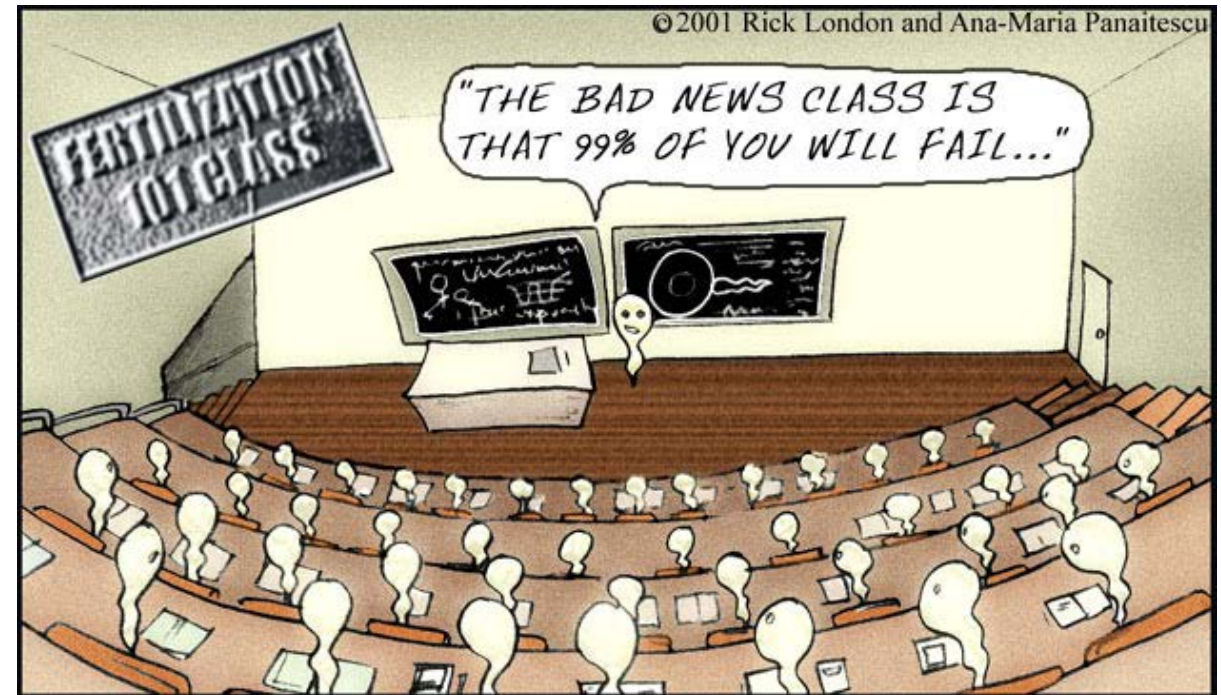
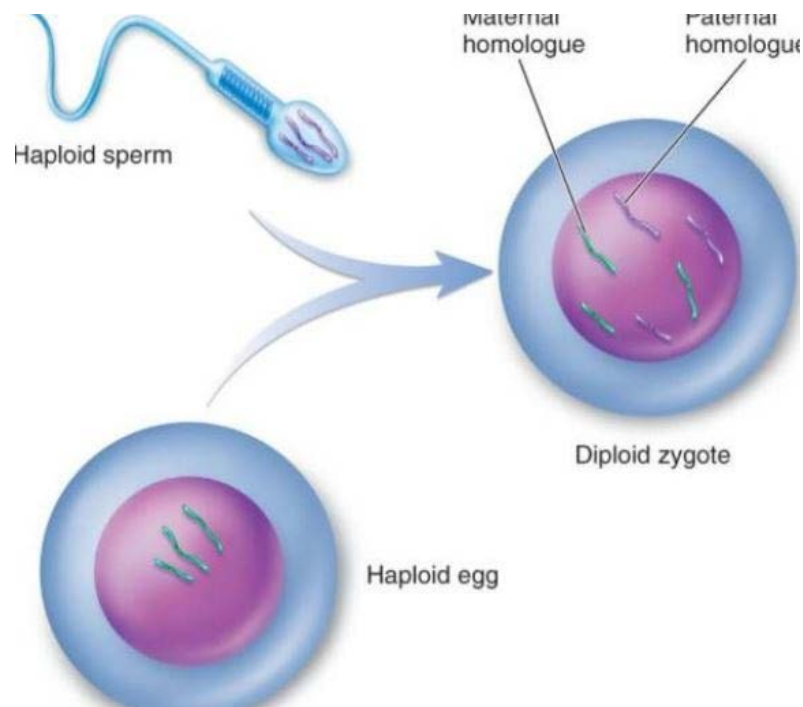




# DESENVOLVIMENTO

## • FERTILIZAÇÃO

- **FERTILIZAÇÃO (FECUNDAÇÃO):** Processo que gera a célula inicial (zigoto) de um novo indivíduo a partir da fusão de gametas contendo cada qual um lote cromossômico.



# DESENVOLVIMENTO

- **PROCESSOS EMBRIONÁRIOS**

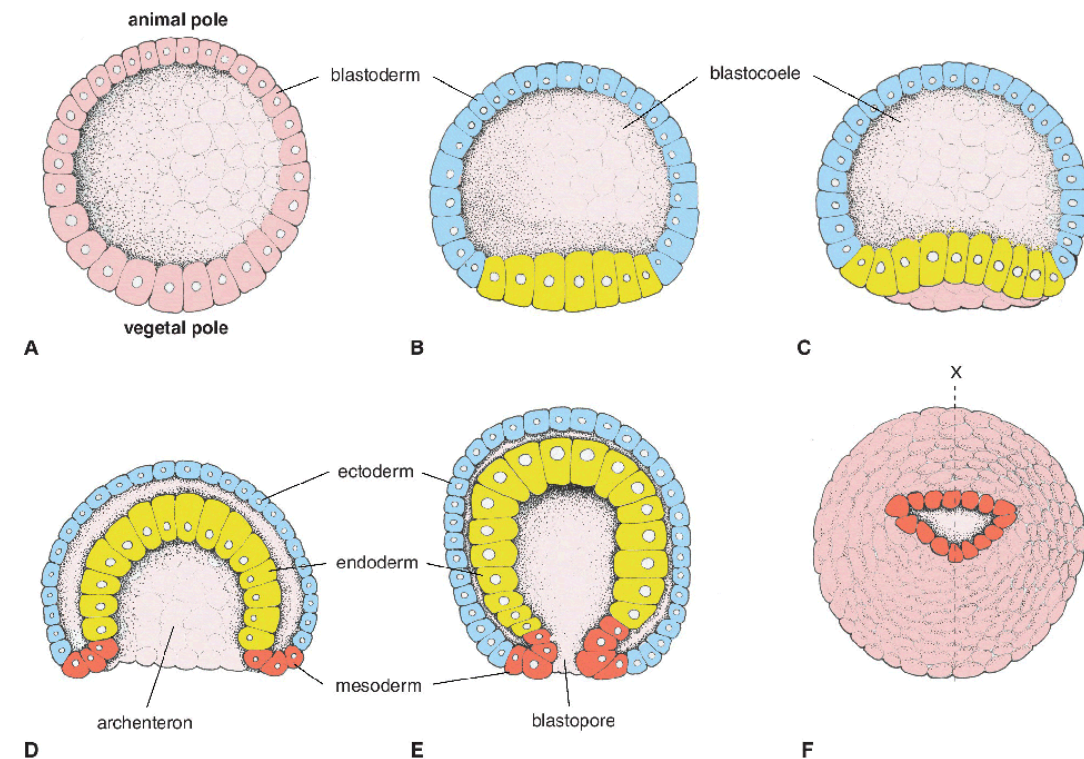
- **MORFOGÊNESE:** Organização funcional e geração da forma durante o desenvolvimento a partir de processos celulares.
- **FORMAÇÃO DOS TECIDOS EMBRIONÁRIOS:**
- A formação dos tecidos embrionários é um exemplo de morfogênese;
- A organização das células, as unidades formadoras do corpo e na base dos níveis seguintes de organização, ocorre dentro de tecidos gerados pelas próprias células.

# DESENVOLVIMENTO

## • FORMAÇÃO DOS TECIDOS EMBIONÁRIOS

- A formação de tecidos embrionários é realizada por meio de um repertório de processos celulares que ocorrem durante a gastrulação:
- Divisão celular (número/ conteúdo e posicionamento das células);
- Alteração do formato;
- Movimentação;
- Crescimento (alteração do volume);
- Morte celular.

## GASTRULAÇÃO





# DESENVOLVIMENTO

- **PROCESSOS EMBRIONÁRIOS:**

- **FORMAÇÃO DOS EIXOS DO CORPO:** A especificação dos eixos gerada pela organização celular e dos tecidos embrionários estabelece os parâmetros iniciais e fundamentais para os processos seguintes de diferenciação celular e formação do corpo.
- **ORGANOGENESE:** Órgãos e demais estruturas do corpo são formados pela interação entre células de diferentes tecidos embrionários;
- A organogênese tem início simultaneamente ou logo após o estabelecimento da especificação dos eixos do corpo.

# DESENVOLVIMENTO

- **PROCESSOS PÓS-EMBRIONÁRIOS:**

- **METAMORFOSE:** Espécies animais com desenvolvimento indireto que incluem no seu ciclo de vida entre a fase embrionária e a fase adulta estágios intermediários, fases larvais, das quais emergem adultos com características muito distintas das larvas.

- Espécies com desenvolvimento direto são aquelas que logo após a formação inicial dos órgãos durante a embriogênese, geram versões menores das formas adultas .

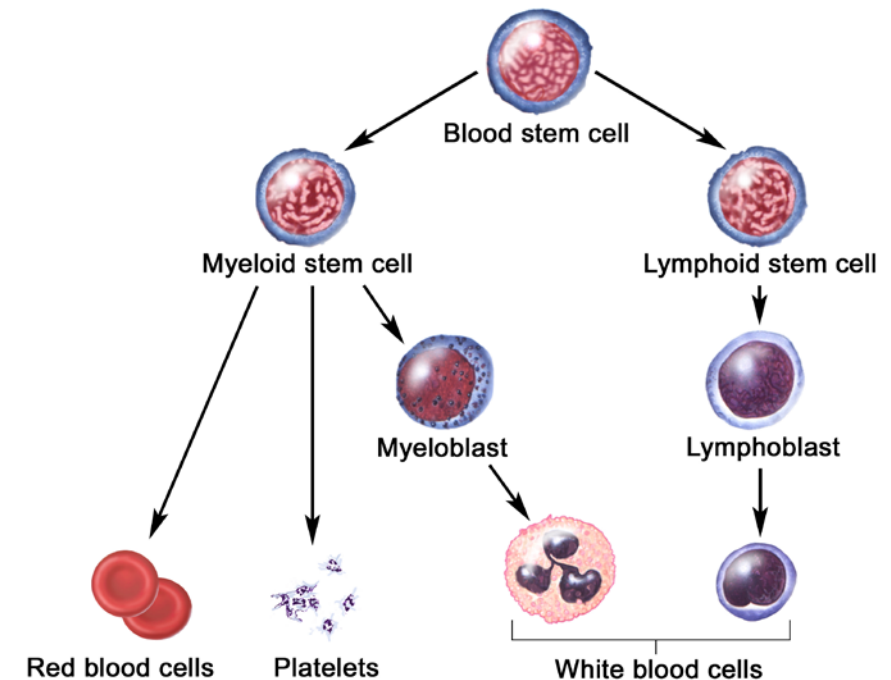
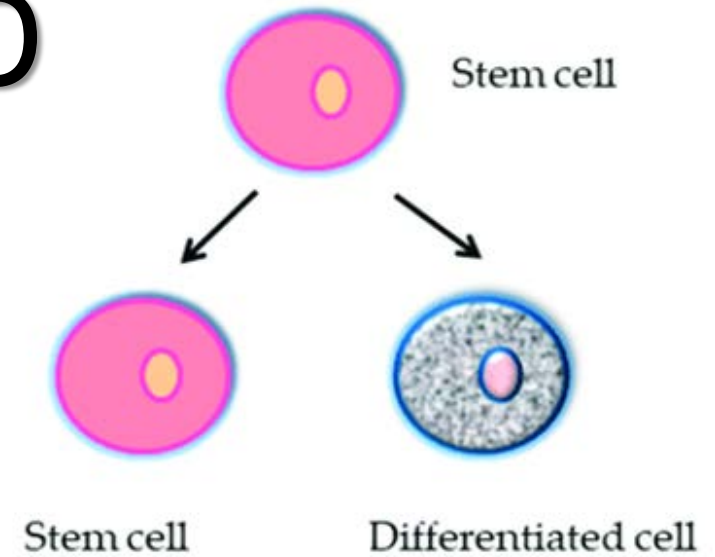
- Por exemplo, o feto no humano.



# DESENVOLVIMENTO

- **FASE ADULTA:**

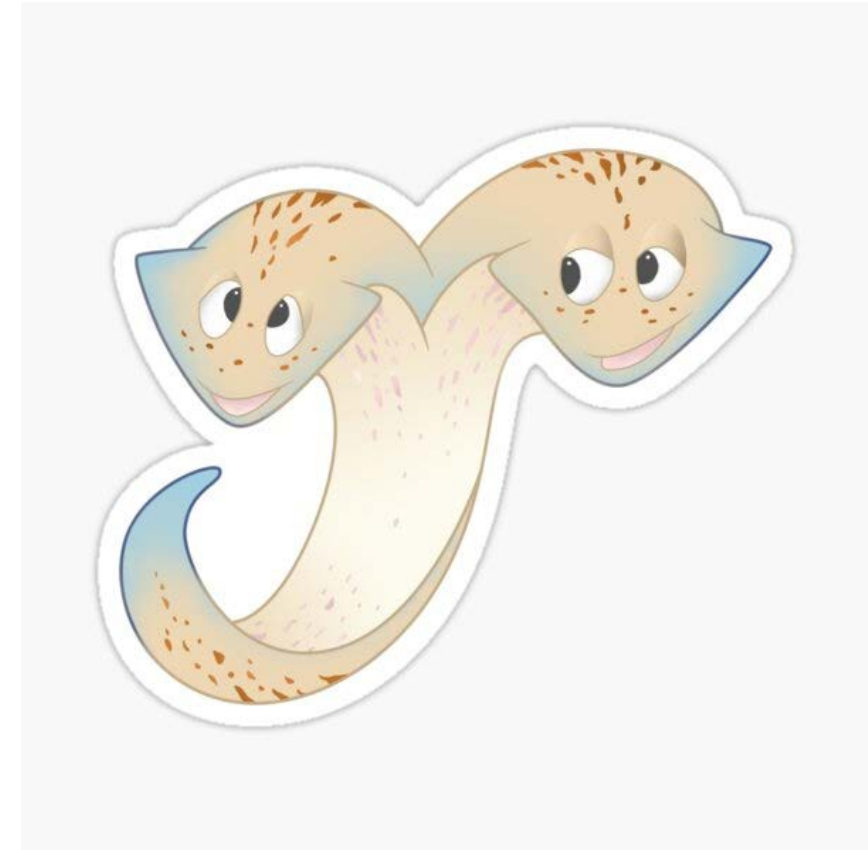
- **CÉLULAS TRONCO:** Células pouco diferenciadas que se dividem continuamente gerando uma célula igual a ela própria (célula indiferenciada), e outra célula que entra em processo de diferenciação de uma linhagem celular.
- Células tronco de alguns órgãos como intestino e epiderme se dividem continuamente para reposição de células;
- Enquanto em outros órgãos a divisão depende de condições fisiológicas específicas.



# DESENVOLVIMENTO

- **FASE ADULTA:**

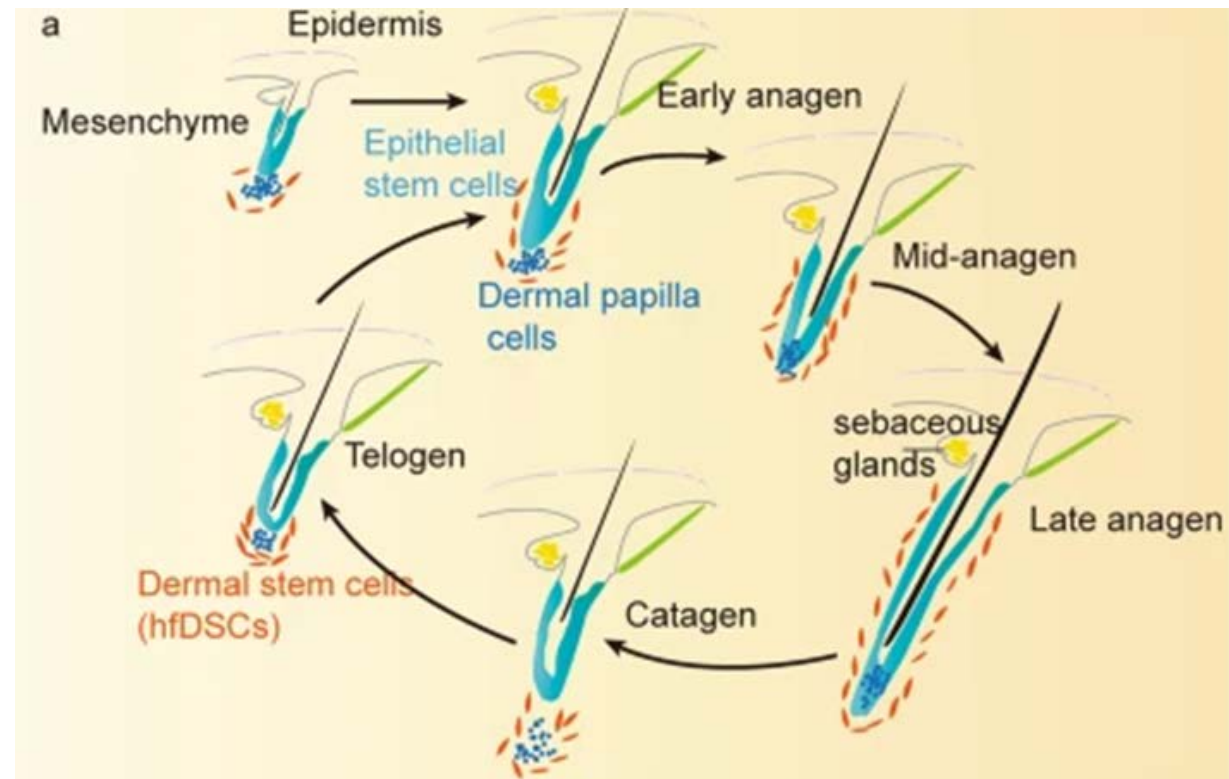
- **REGENERAÇÃO:** Retomada do desenvolvimento após fase embrionária para restaurar tecidos e eventualmente órgãos/ estruturas perdidas do corpo;
- Situações muito distintas:
- Desde espécies capazes de regenerar minimamente alguns tecidos e órgãos, até aquelas que conseguem regenerar um membro amputado ou o próprio corpo.



# DESENVOLVIMENTO

## • REGENERAÇÃO:

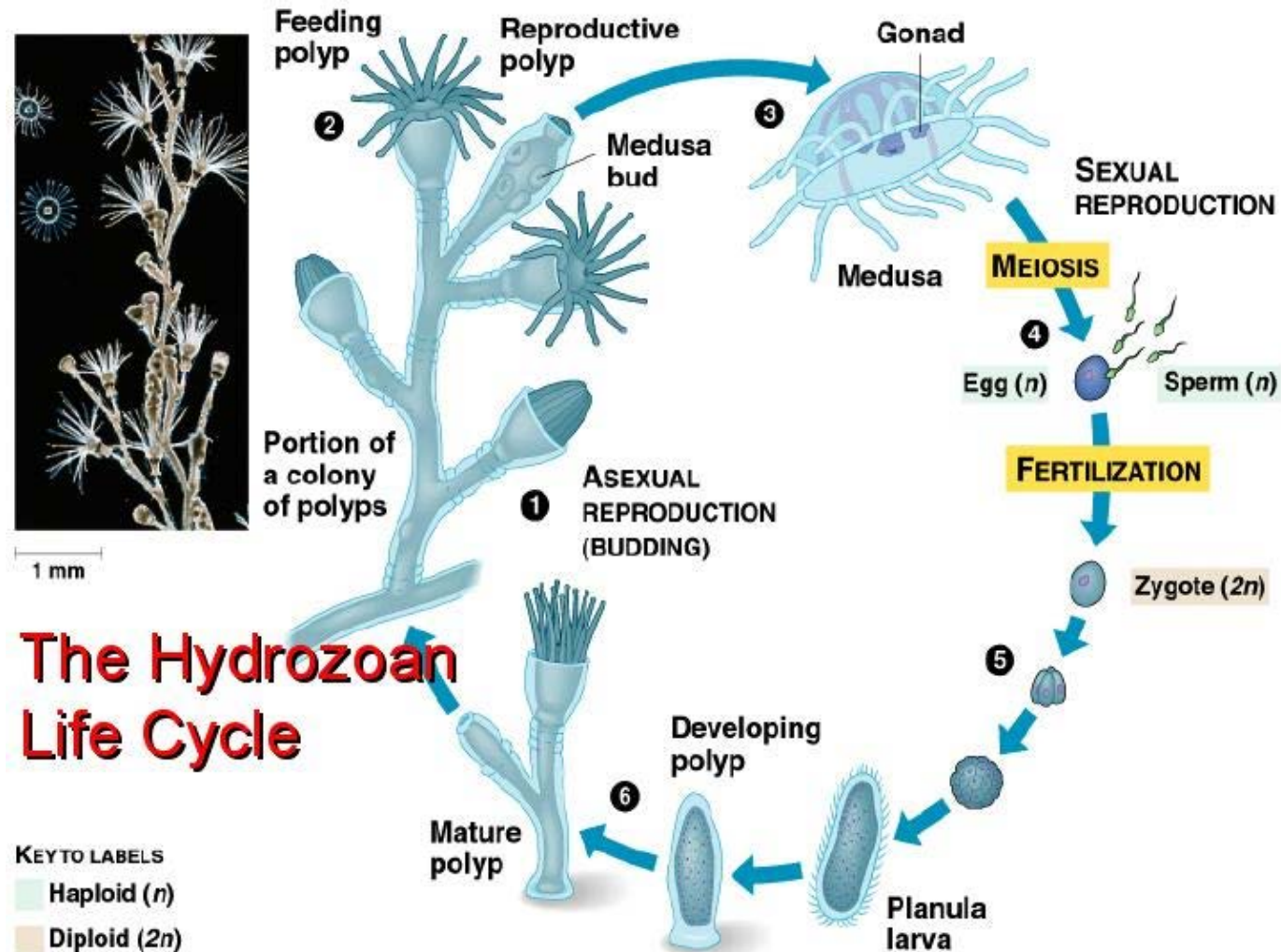
- Muito distintos também os mecanismos envolvidos:
- Desde a regeneração a partir de células tronco de tecidos/ órgão e partes do corpo;
- Até desdiferenciação para geração de células menos especializadas capazes de restaurar linhagens celulares e geração de uma nova estrutura.





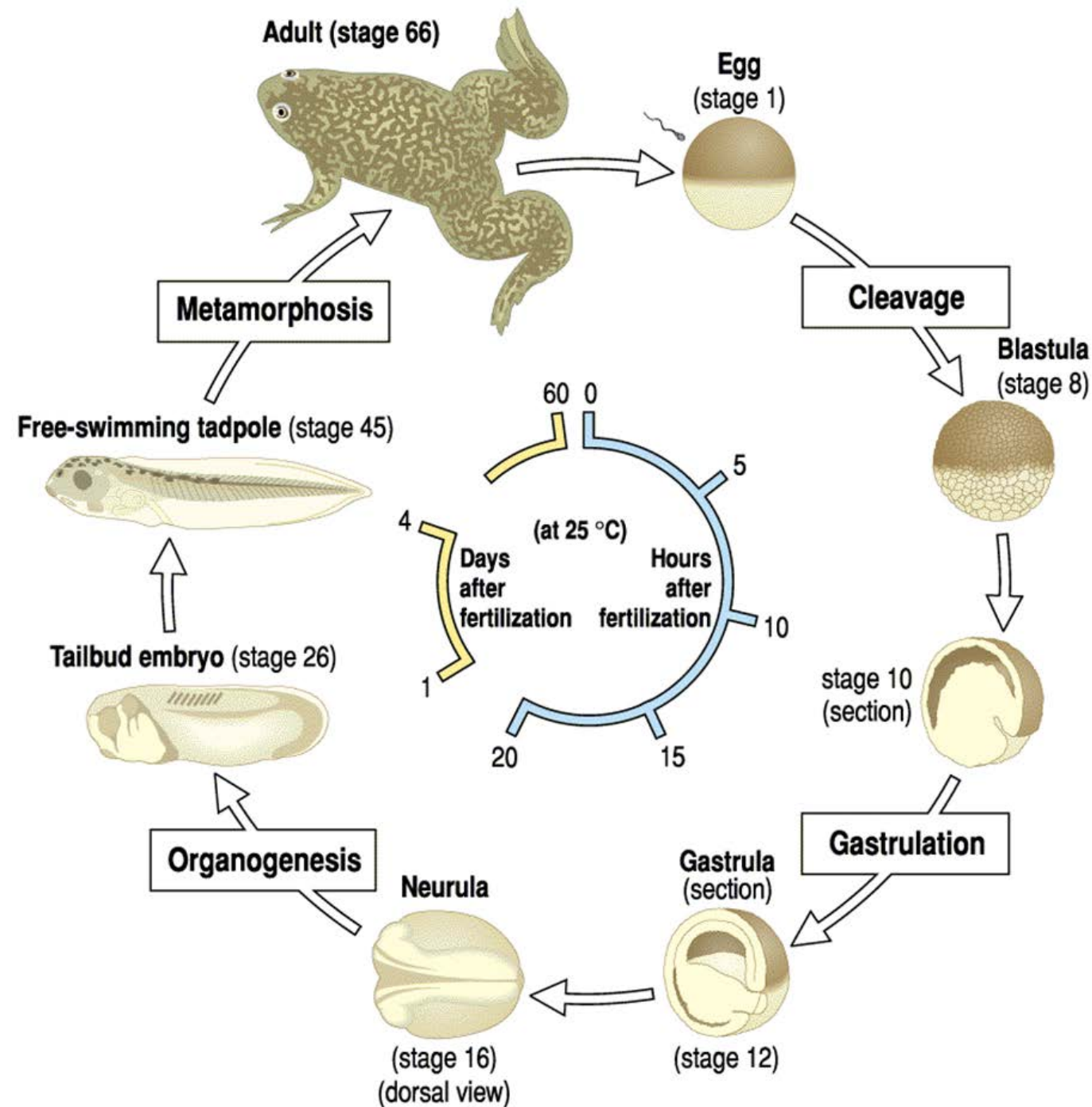
# CICLO de VIDA

- **PROCESSOS EMBRIONÁRIOS:**
- FORMAÇÃO DOS TECIDOS EMBRIONÁRIOS
- FORMAÇÃO DOS EIXOS DO CORPO
- ORGANOGÊNESE
- **OUTROS PROCESSOS:**
- METAMORFOSE
- FERTILIZAÇÃO



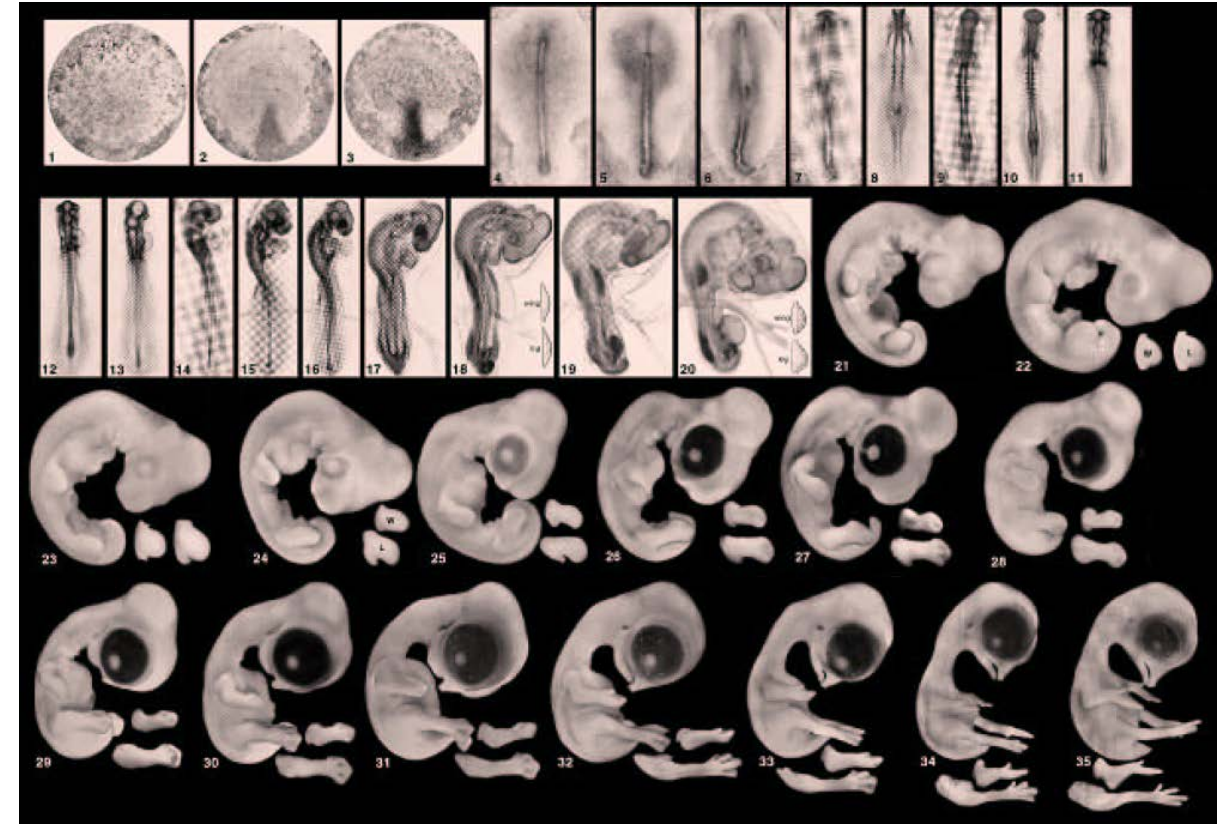
# CICLO de VIDA

- **PROCESSOS EMBRIONÁRIOS:**
- FORMAÇÃO DOS TECIDOS EMBRIONÁRIOS
- FORMAÇÃO DOS EIXOS DO CORPO
- ORGANOGÊNESE
- **OUTROS PROCESSOS:**
- METAMORFOSE
- FERTILIZAÇÃO



# ESTÁGIOS INICIAIS DA EMBRIOGÊNESE

- CLIVAGEM
- BLASTULAÇÃO (BLÁSTULA = EMBRIÃO)
- GASTRULAÇÃO (GÁSTRULA = EMBRIÃO)
- NEURULAÇÃO (NÊURULA = EMBRIÃO)





# CLIVAGEM

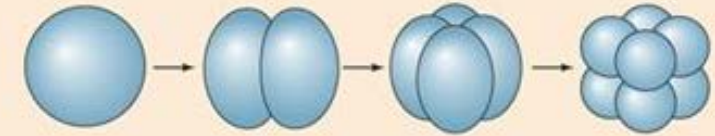
- Os animais apresentam vários padrões clivagem

- Diferentes aspectos determinam os diferentes padrões de padrões clivagem

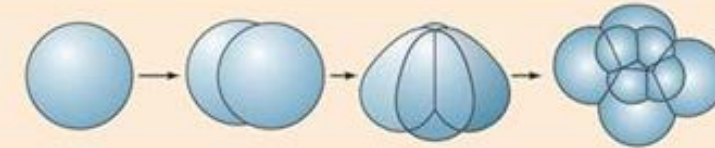
## I. HOLOBLASTIC CLEAVAGE

### A. Isolecithal

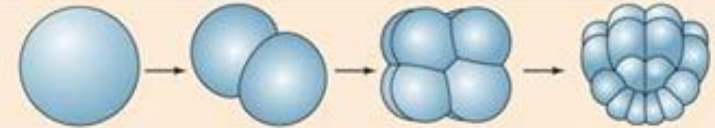
1. Radial cleavage  
Echinoderms,  
amphioxus



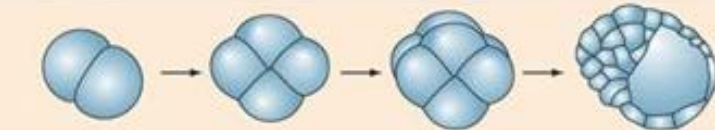
2. Spiral cleavage  
Annelids, molluscs,  
flatworms



3. Bilateral cleavage  
Tunicates

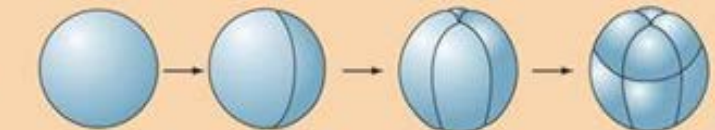


4. Rotational cleavage  
Mammals, nematodes



### B. Mesolecithal

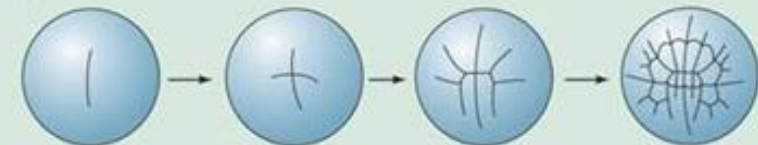
- Displaced radial cleavage  
Amphibians



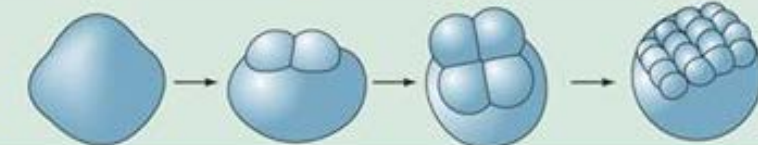
## II. MEROBLASTIC CLEAVAGE

### A. Telolecithal

1. Bilateral cleavage  
Cephalopod  
molluscs

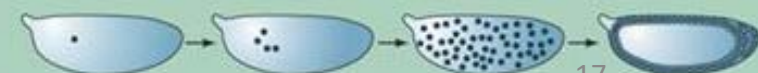


2. Discoidal cleavage  
Fish, reptiles, birds



### B. Centrolecithal

- Superficial cleavage  
Most insects



# CLIVAGEM

## • PADRÕES de CLIVAGEM

- Diferentes estratégias de vida são responsáveis pela existência dos vários padrões de clivagem;
- Ovos que contêm muito vitelo (reserva de nutrientes);
- São ovos maiores que utilizam essa reserva durante a embriogênese;
- Ovos com pouco vitelo, em geral;
- São ovos pequenos com fase embrionária curta, geram larvas que começam a se alimentar assim que eclodem;
- Ou então, dependem da mãe como os mamíferos placentários.



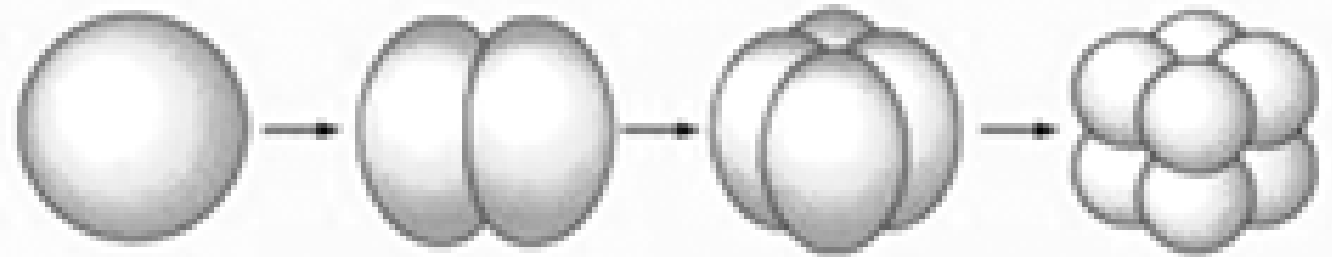
# CLIVAGEM

- **PADRÕES de CLIVAGEM**

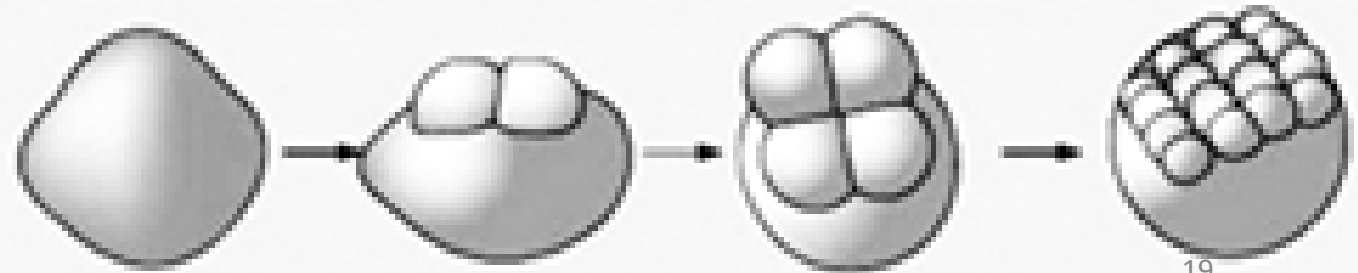
- Além disso, a distribuição e a quantidade de vitelo influencia os padrões de clivagem;

- O vitelo é um agente dificultador da divisão celular.

Holoblastic cleavage



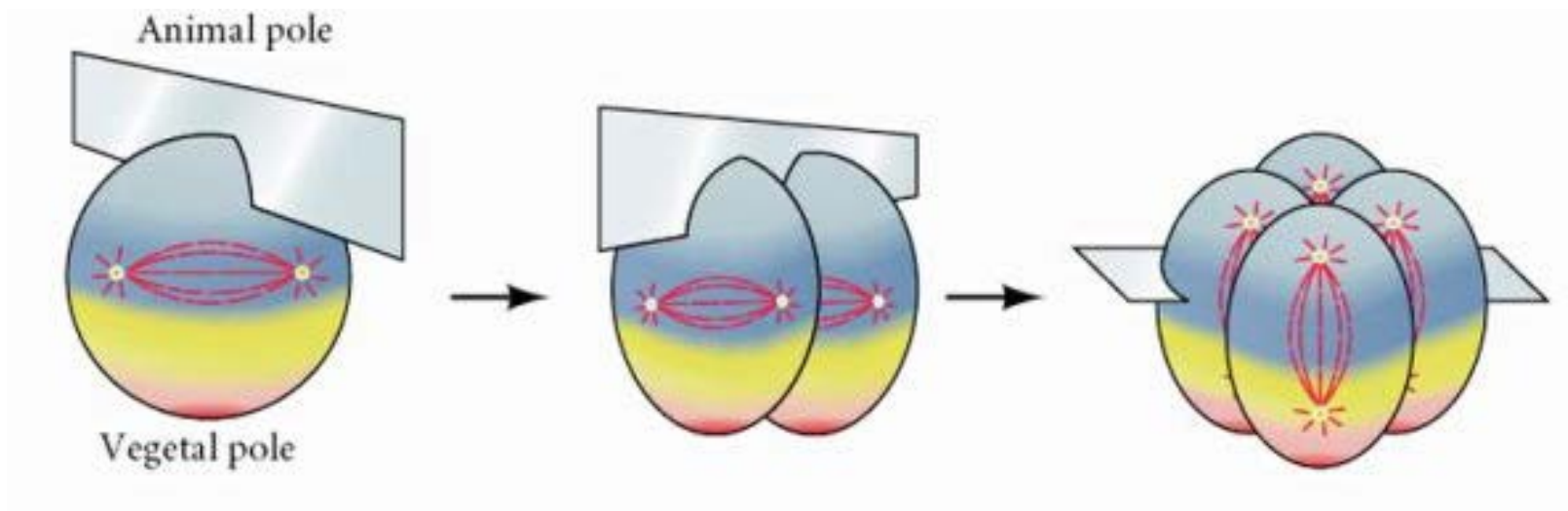
Meroblastic cleavage



# CLIVAGEM

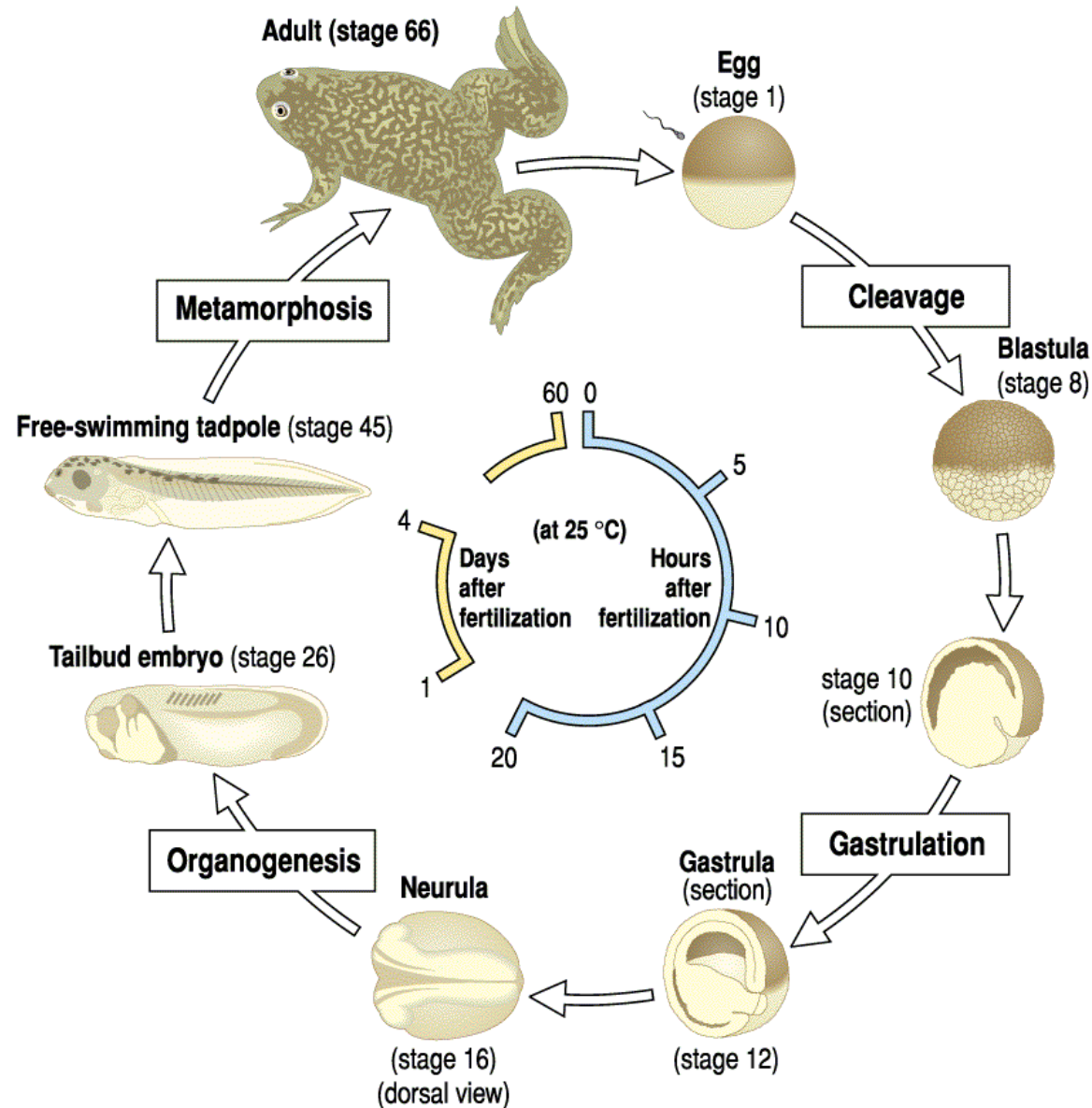
- **PADRÕES de CLIVAGEM**

- Os planos de divisão celular também influenciam padrões de clivagem;



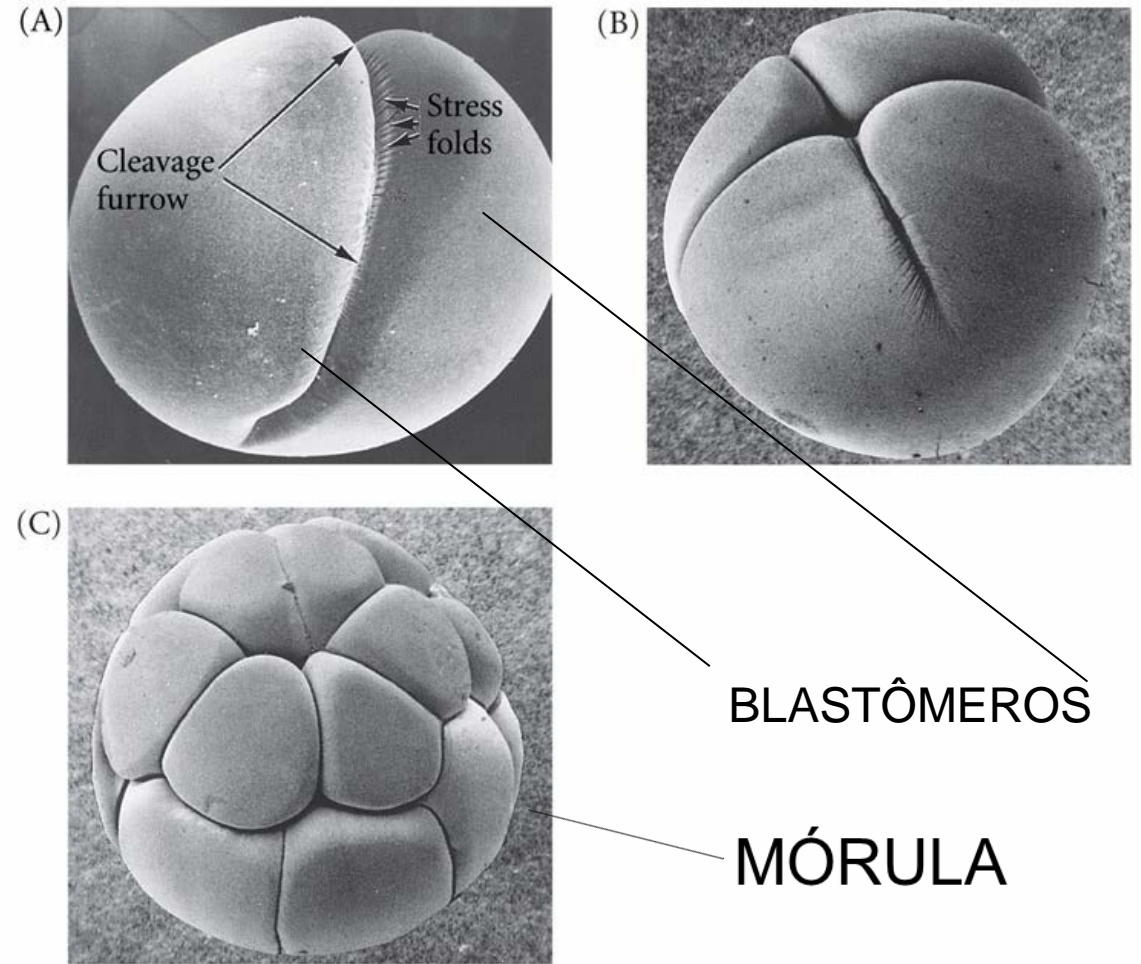
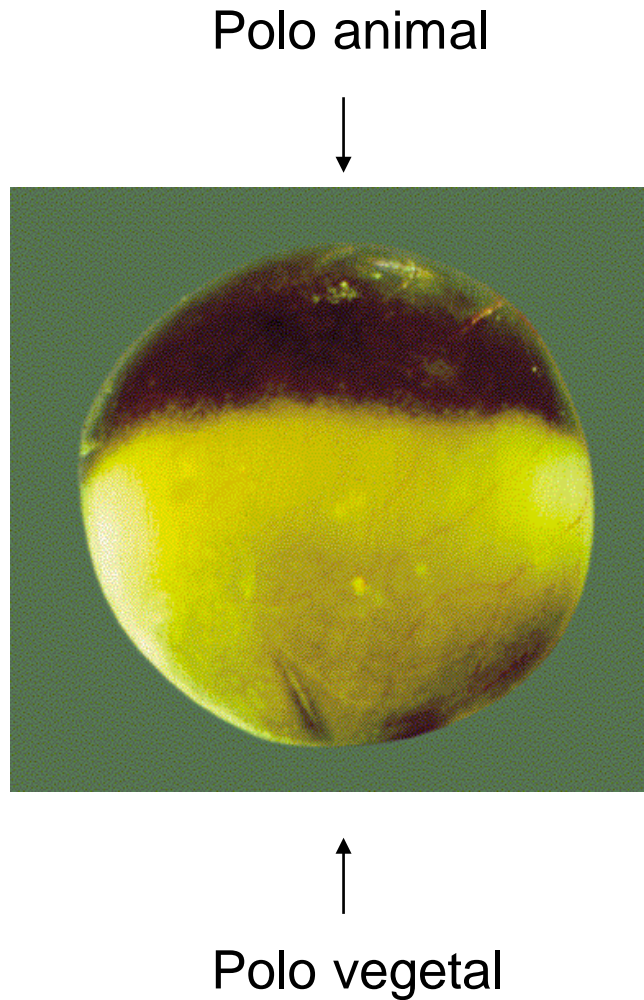
- Os planos de divisão celular, por sua vez, são definidos por fatores citoplasmáticos que orientam o ângulo de divisão (a formação do fuso mitótico).

# Ciclo de vida do *Xenopus laevis*



# EMBRIOGÊNESE

- *Xenopus* - CLIVAGEM





# EMBRIOGÊNESE

- *Xenopus* - CLIVAGEM

## BLÁSTULA (blastulação)

