

# **Biologia dello Sviluppo e Filogenesi Animale**

**Docente: Palma Simoniello**

**palma.simoniello@uniparthenope.it**

**Ricevimento: Martedì, Mercoledì e Giovedì',  
previo appuntamento via e-mail**

# **Libri di testo consigliati**

**Biologia dello sviluppo-Andreuccetti et al., McGraw-Hill**

**Biologia dello sviluppo-Gilbert, Zanichelli**

**Biologia dello sviluppo-Le Moigne & Foucrier, EdiSes**

**Fondamenti di Biologia dello sviluppo-Slack, Zanichelli**

**Diversità animale-Cleveland et al., McGraw-Hill**

**Anatomia comparata dei vertebrati-Liem et al., EdiSes**

**Anatomia comparata-Kardong, McGraw-Hill**

**Anatomia comparata –Stingo et al., EdiErmes.**

## La Scienza inizia con la meraviglia :

“Grazie alla capacità di meravigliarsi, la gente ha cominciato a filosofeggiare e la meraviglia si conferma come inizio della conoscenza”. ( **Aristotele** , Metafisica, 350 a. C.)



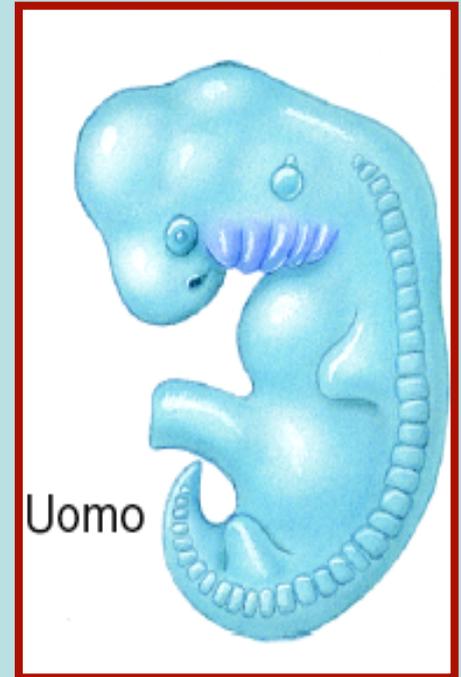
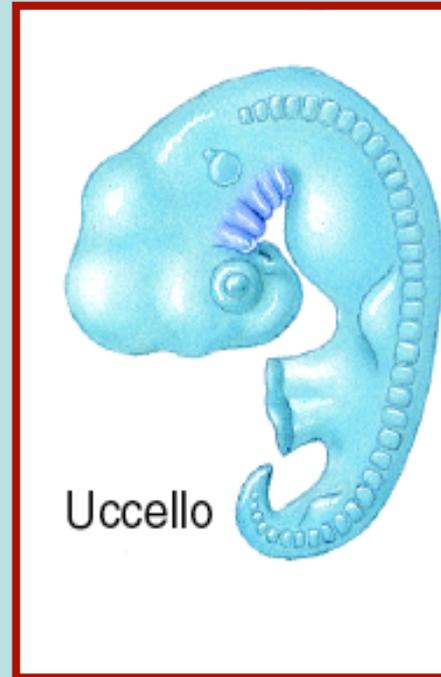
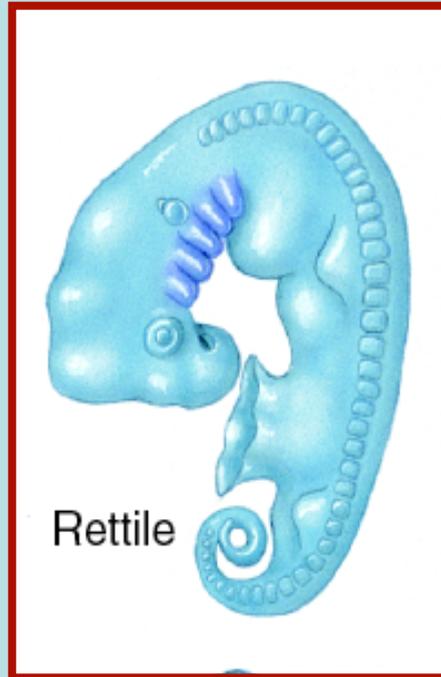
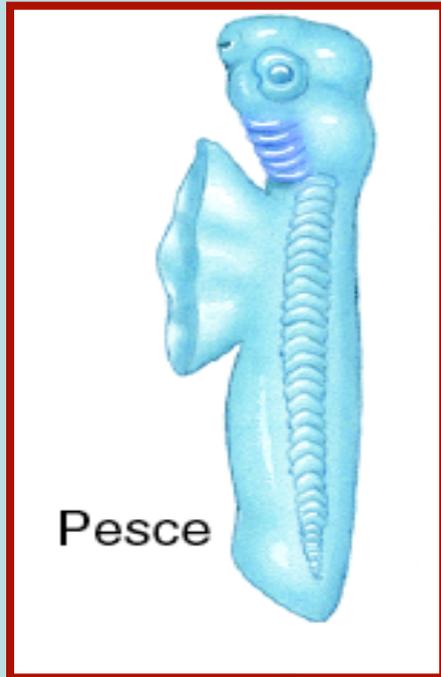
L'osservazione dello sviluppo dell'embrione di pollo nel suo periodo di incubazione, che dura tre settimane, spinse il filosofo a questa affermazione. L'esperienza fu straordinaria poiché si vede che da una sottile striscia di cellule si origina un uccello intero.

**Biologia dello sviluppo: studio dei meccanismi che portano alla nascita di un nuovo organismo (Ontogenesi)**

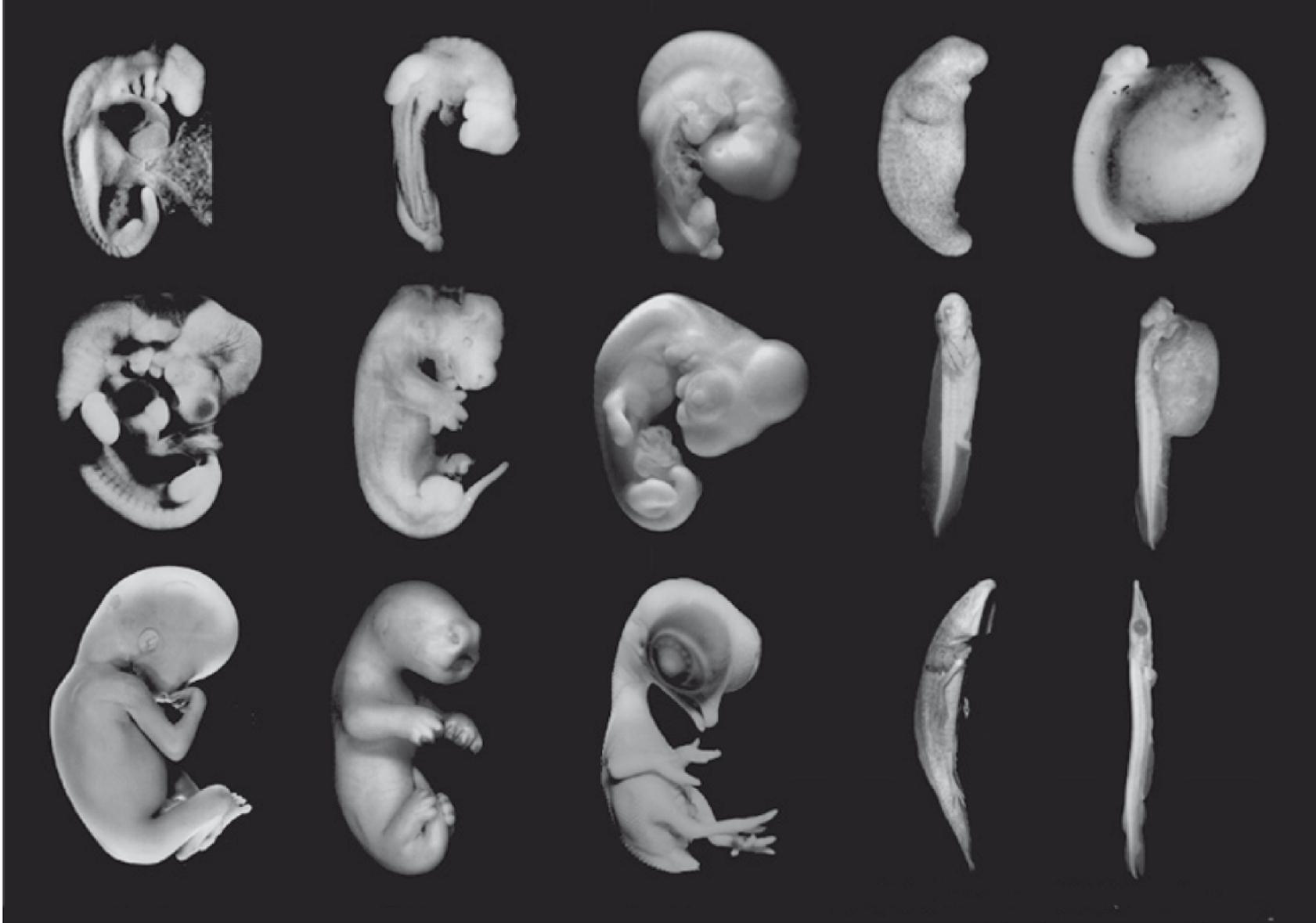
**Filogenesi: studio dei meccanismi alla base della grande diversità degli organismi viventi (Evoluzione)**

***"I established the opposite view, that this history of the embryo (ontogeny) must be completed by a second, equally valuable, and closely connected branch of thought - the history of race (phylogeny). Both of these branches of evolutionary science, are, in my opinion, in the closest causal connection; this arises from the reciprocal action of the laws of heredity and adaptation... 'ontogenesis is a brief and rapid recapitulation of phylogenesis, determined by the physiological functions of heredity (generation) and adaptation (maintenance)'"***  
***(Haeckel, E. 1899)***

# Stadio filotipico: similitudine tra gli embrioni dei vertebrati



**Notare la similitudine fra gli embrioni di alcuni gruppi di vertebrati.  
Tutti gli embrioni allo stadio filotipico hanno la coda, le tasche  
branchiali e piccole pinne come appendici pari.**



Uomo

Opossum

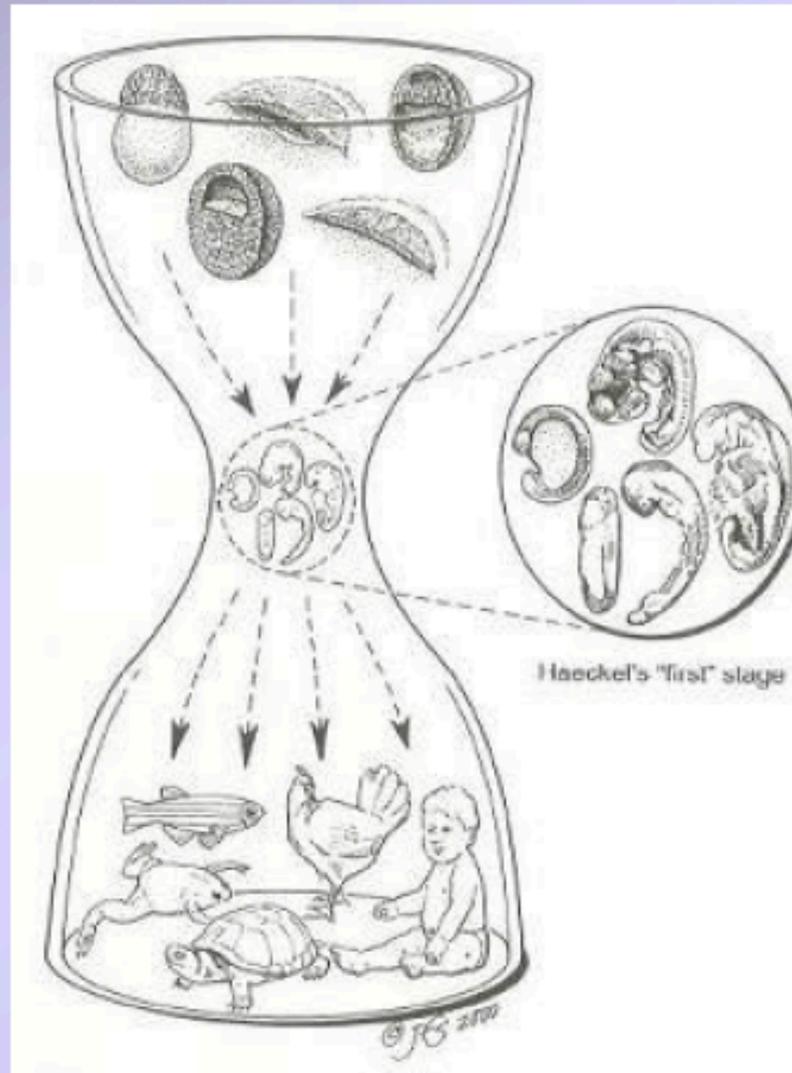
Pollo

Salamandra  
(axolotl)

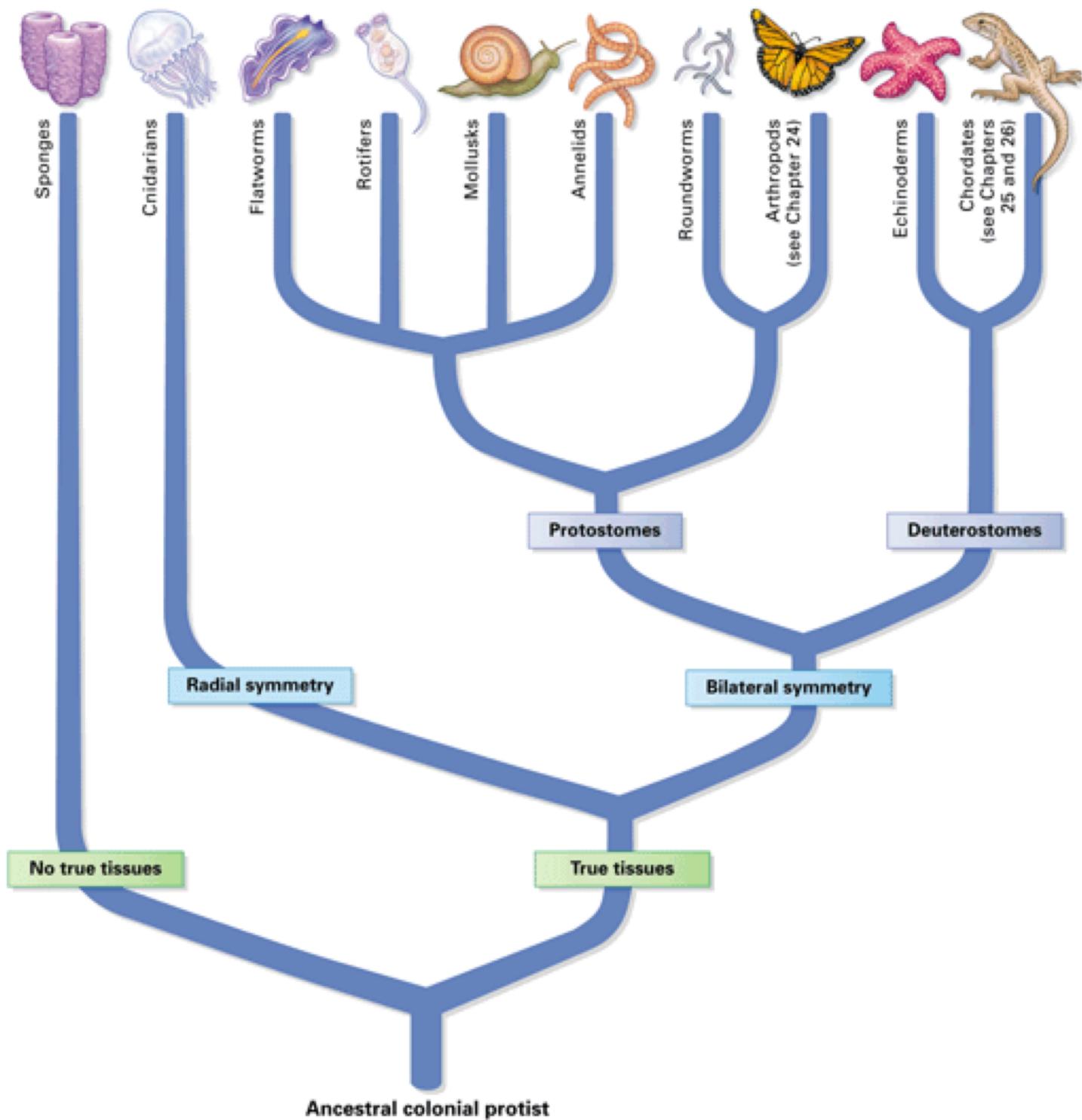
Pesce  
(aguglia)

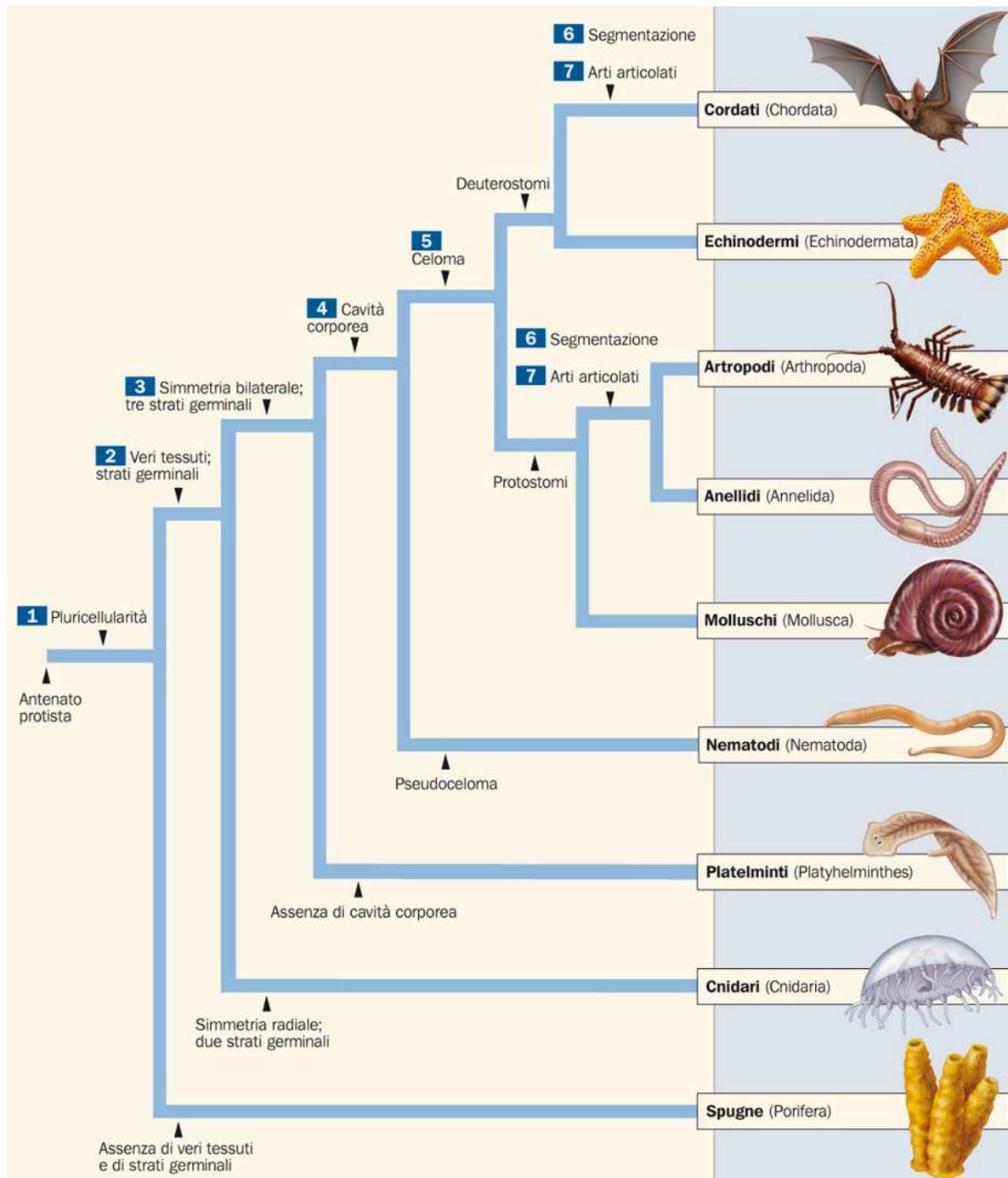
Von Baer: vertebrate embryos are very similar, sharing various structures. As they develop, they diverge

La Biologia dello Sviluppo studia lo sviluppo embrionale degli organismi pluricellulari

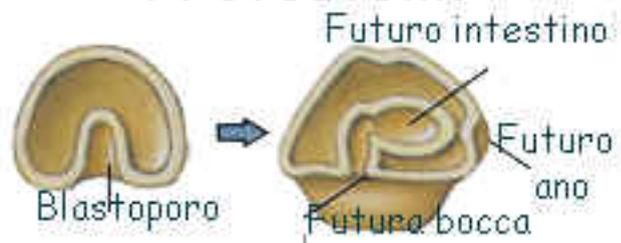


# Tree of Animal Life

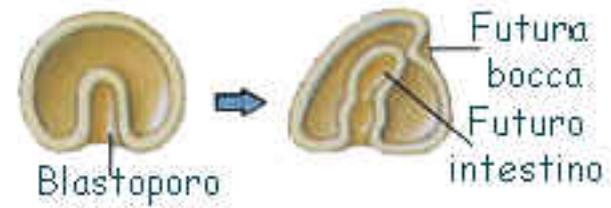


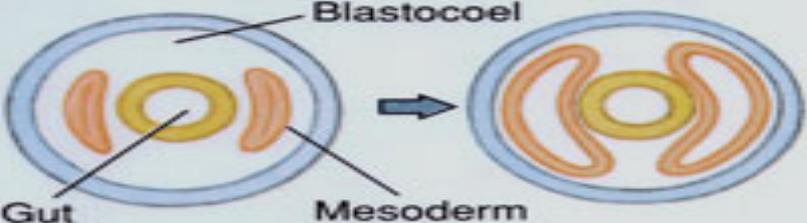
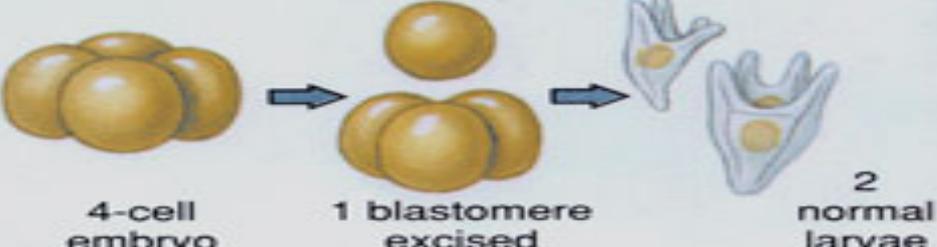


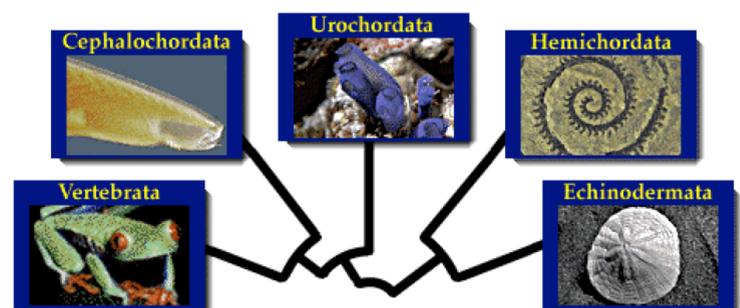
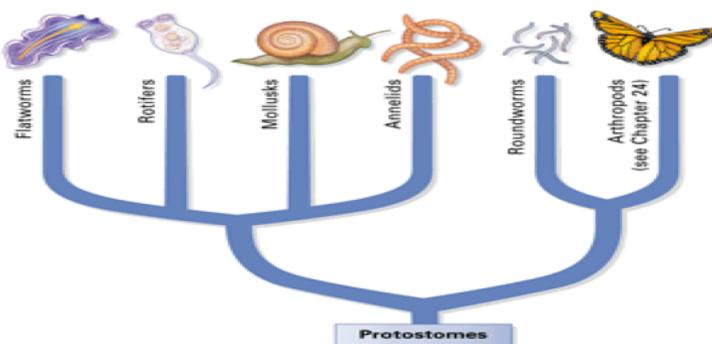
## Protostomi



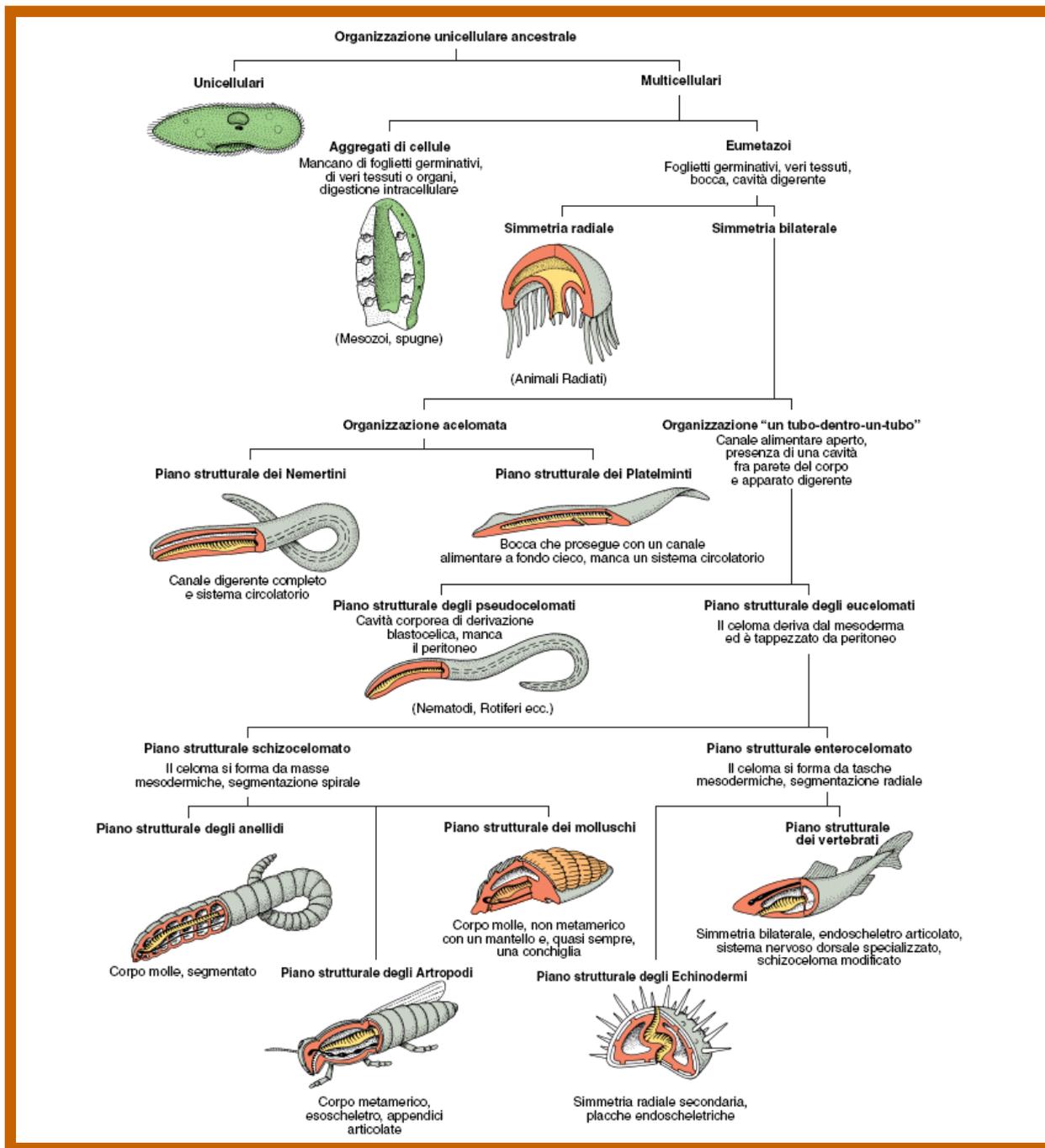
## Deuterostomi



PROTOSTOME	DEUTEROSTOME
<p><b>1 Blastopore becomes mouth, anus forms secondarily</b></p>  <p>Blastopore      Mouth      Future intestine      Future Anus</p>	<p><b>1 Blastopore becomes anus, mouth forms secondarily</b></p>  <p>Blastopore      Future mouth      Future intestine</p>
<p><b>2 Spiral cleavage</b></p> 	<p><b>2 Radial cleavage</b></p> 
<p><b>3 Coelom forms by splitting (schizocoelous)</b></p>  <p>Blastocoel      Gut      Mesoderm</p>	<p><b>3 Coelom forms by outpocketing (enterocoelous)</b></p>  <p>Blastocoel      Coelom      Pocket of gut      Mesoderm</p>
<p><b>4 Mosaic embryo</b></p>  <p>4-cell embryo      1 blastomere excised      Development arrested</p>	<p><b>4 Regulative embryo</b></p>  <p>4-cell embryo      1 blastomere excised      2 normal larvae</p>

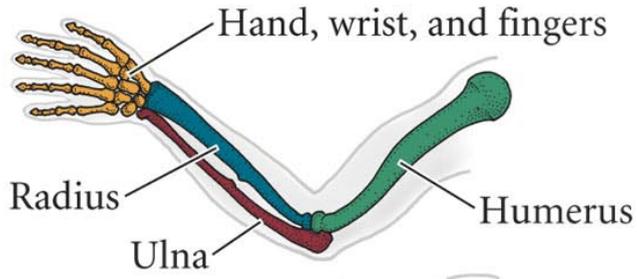


# Modelli di piani strutturali degli animali

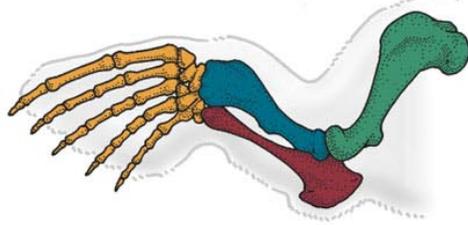


# Omologie e analogie strutturali

Human arm



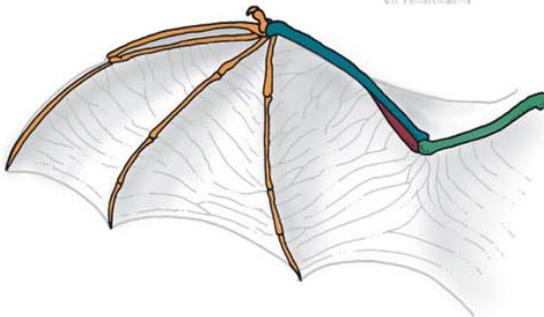
Seal limb



Bird wing

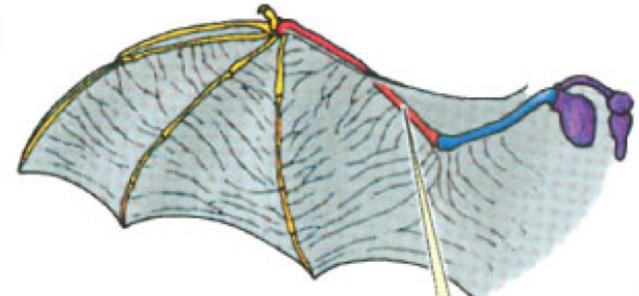


Bat wing

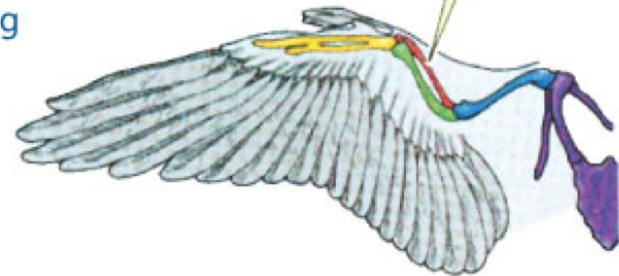


DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Seventh

Bat wing

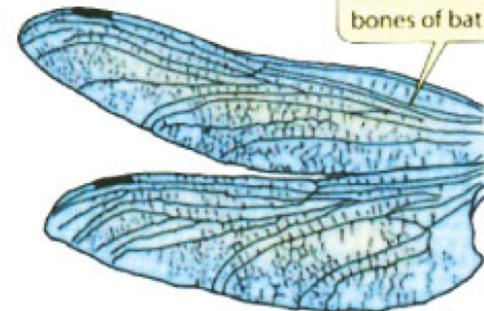


Bird wing



Bones shown in the same color are homologous.

Insect wing

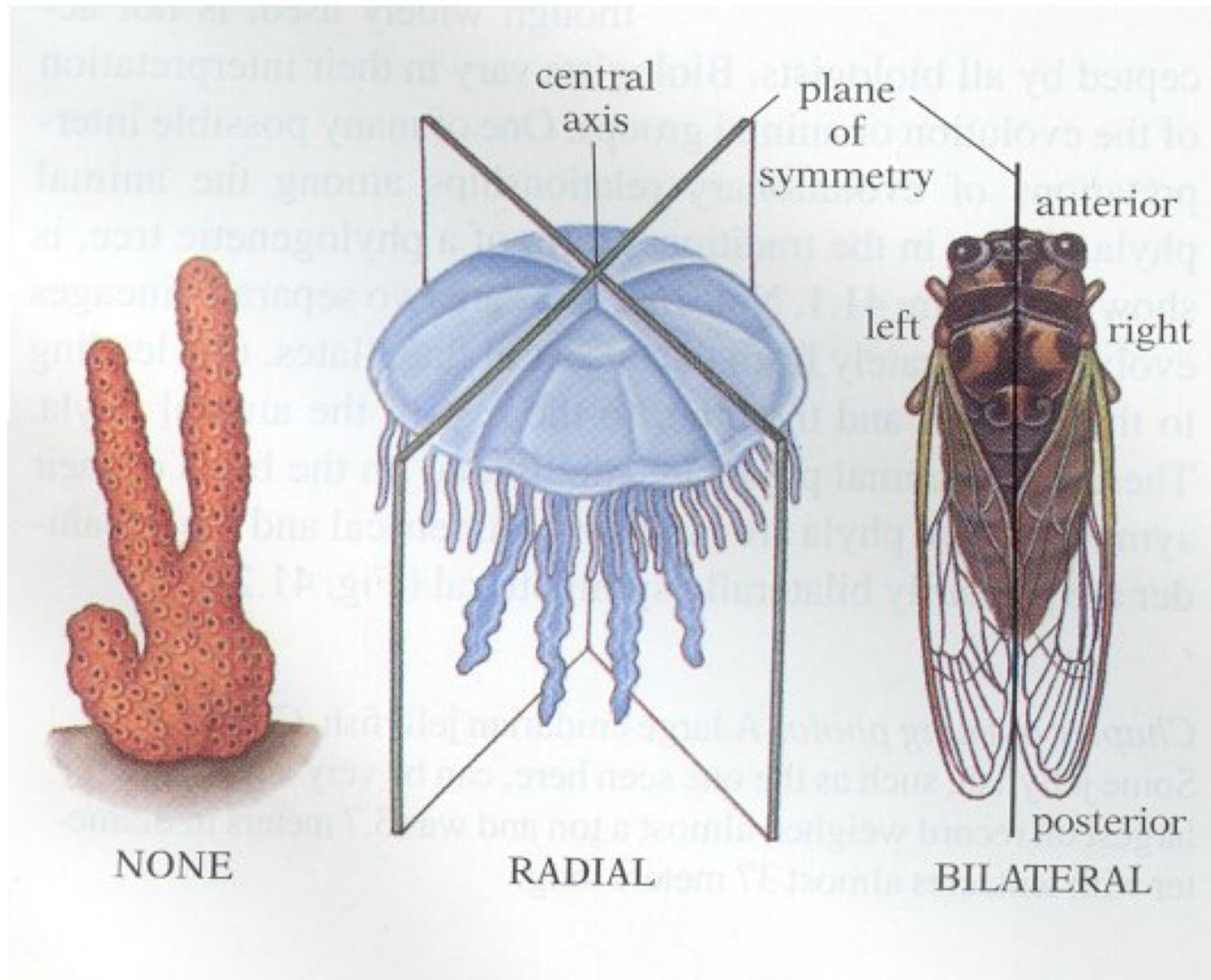


The supports for insect wings are not homologous with the bones of bat and bird wings.

# La Simmetria del corpo animale

La simmetria radiale l'animale è organizzato in modo circolare: qualsiasi piano longitudinale che passi per il centro può sezionarlo in due metà speculari.

La simmetria bilaterale implica che l'animale abbia una metà destra e una metà sinistra definite: un solo piano passante per il centro può sezionarlo in due metà uguali.



# Il celoma

è la presenza di una cavità corporea.

Acelomati : gli animali che ne sono privi, come i platelminti.

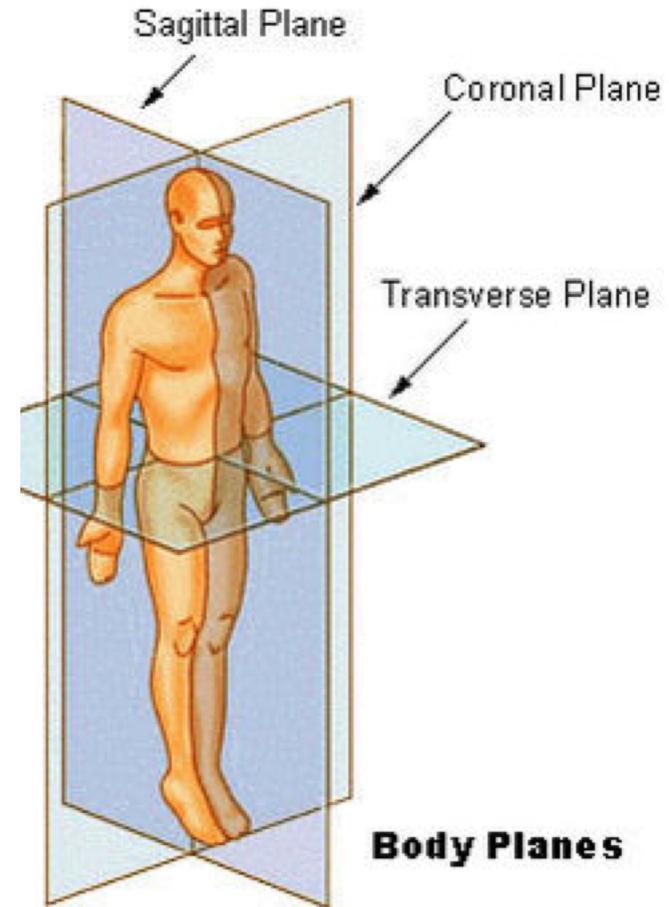
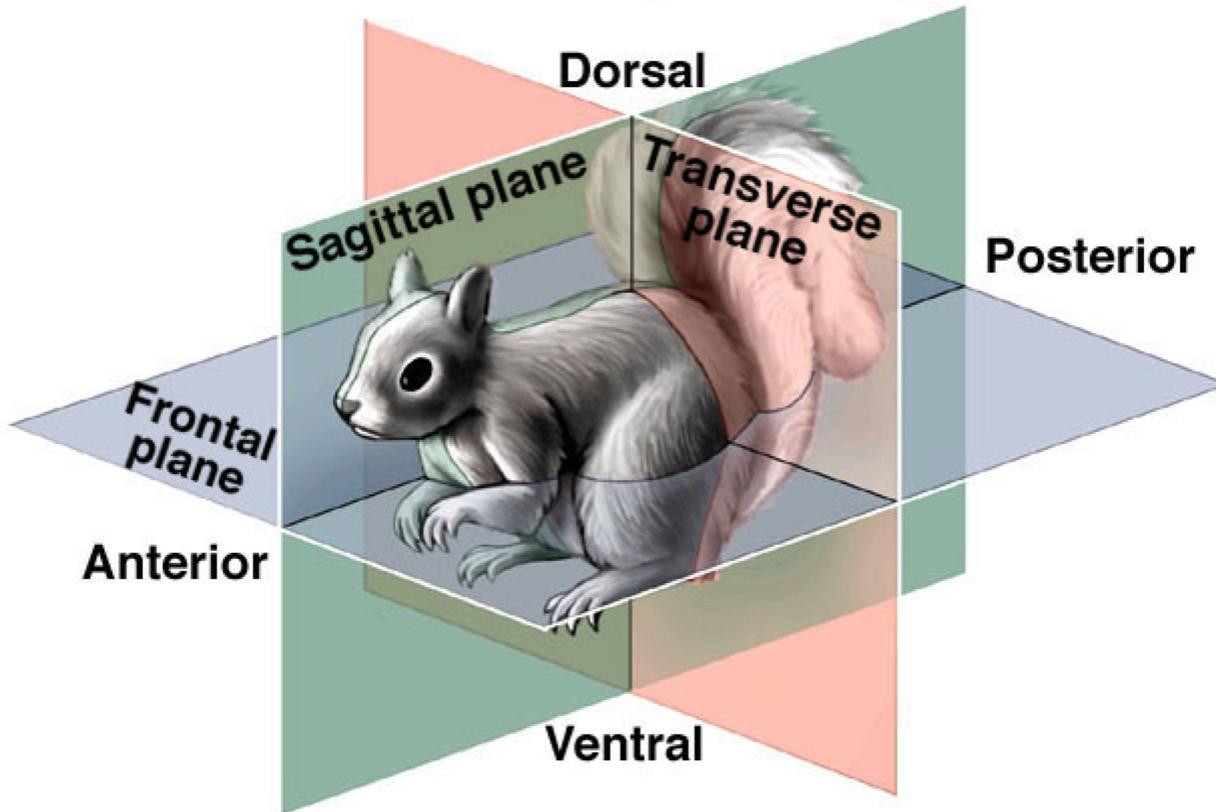
Pseudocelomati: I nematodi possiedono una cavità corporea non completamente rivestita di mesoderma.

Celomati , gruppi dotati di un vero celoma, cioè una cavità posta tra il canale alimentare e la parete corporea che si origina da un'escavazione nel mesoderma.

# Assi di Simmetria

© The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Bilateral Symmetry

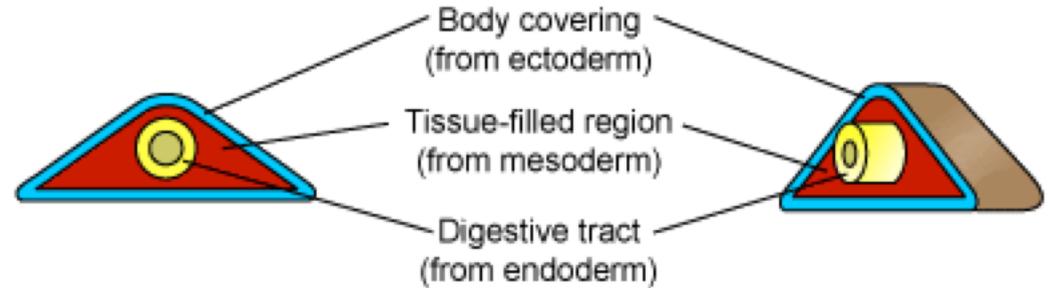
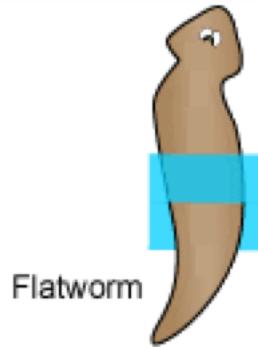


# Vantaggi del celoma

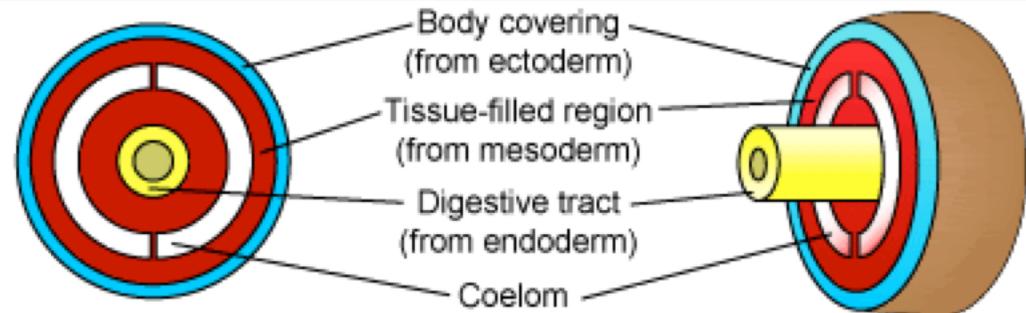
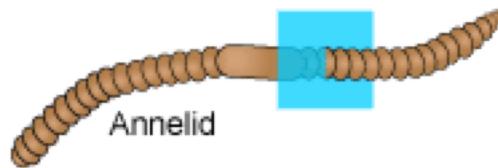
- i *movimenti* del corpo sono più liberi;
- l'ampio spazio permette lo *sviluppo di organi* e sistemi di organi complessi;
- il fluido celomatico *protegge* gli organi interni dai danni meccanici e dalle escursioni termiche;
- la cavità funge da *deposito e trasporto* di sostanze nel corpo;
- negli animali privi di scheletro fornisce *sostegno idrostatico*.

# La cavità celomatica

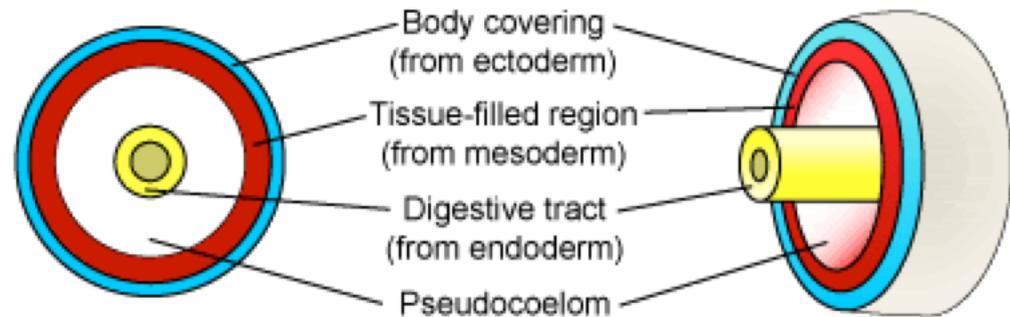
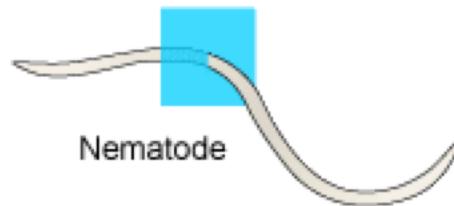
## Acoelomate



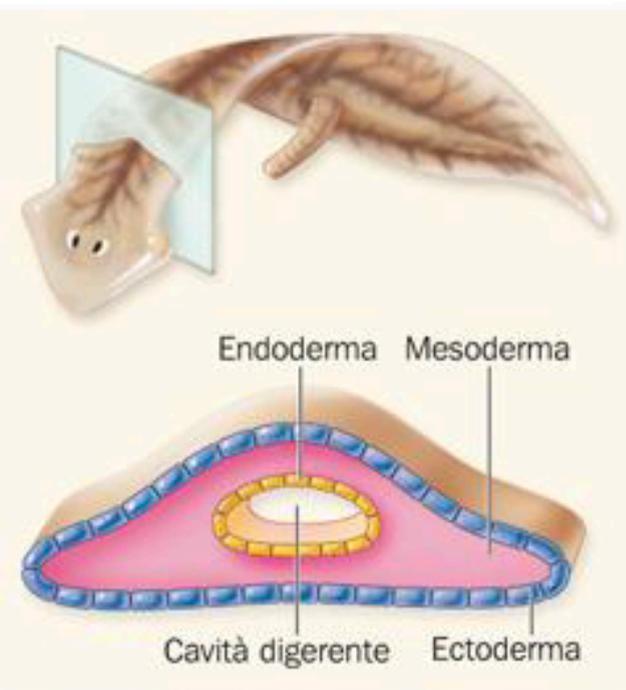
## Coelomate



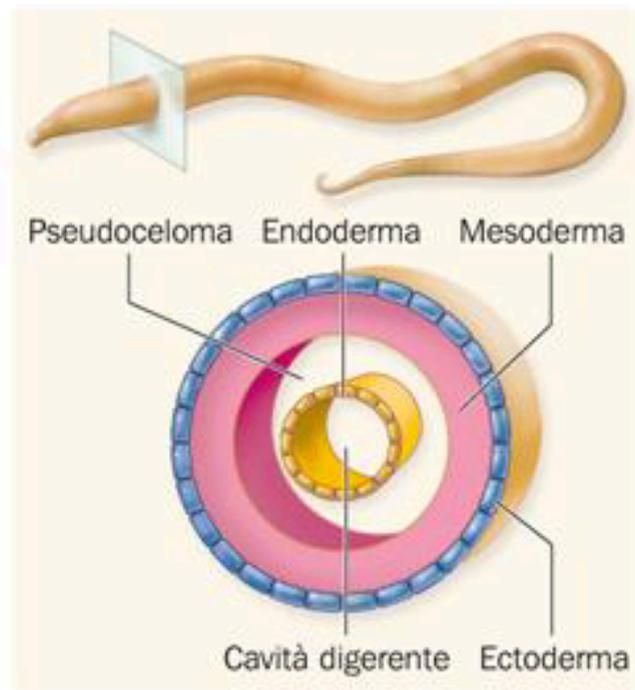
## Pseudocoelomate



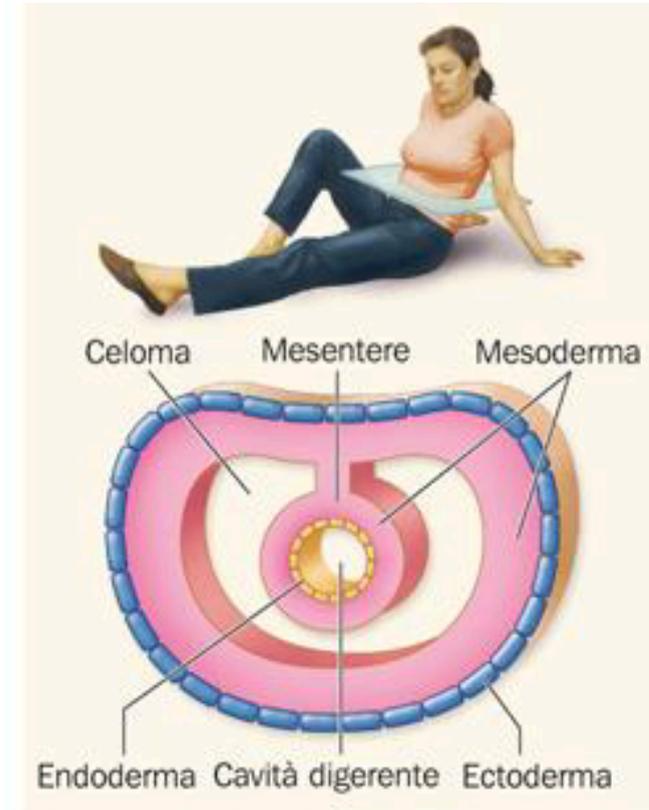
# La cavità celomatica



**Acelomati** (platelminti o vermi piatti)

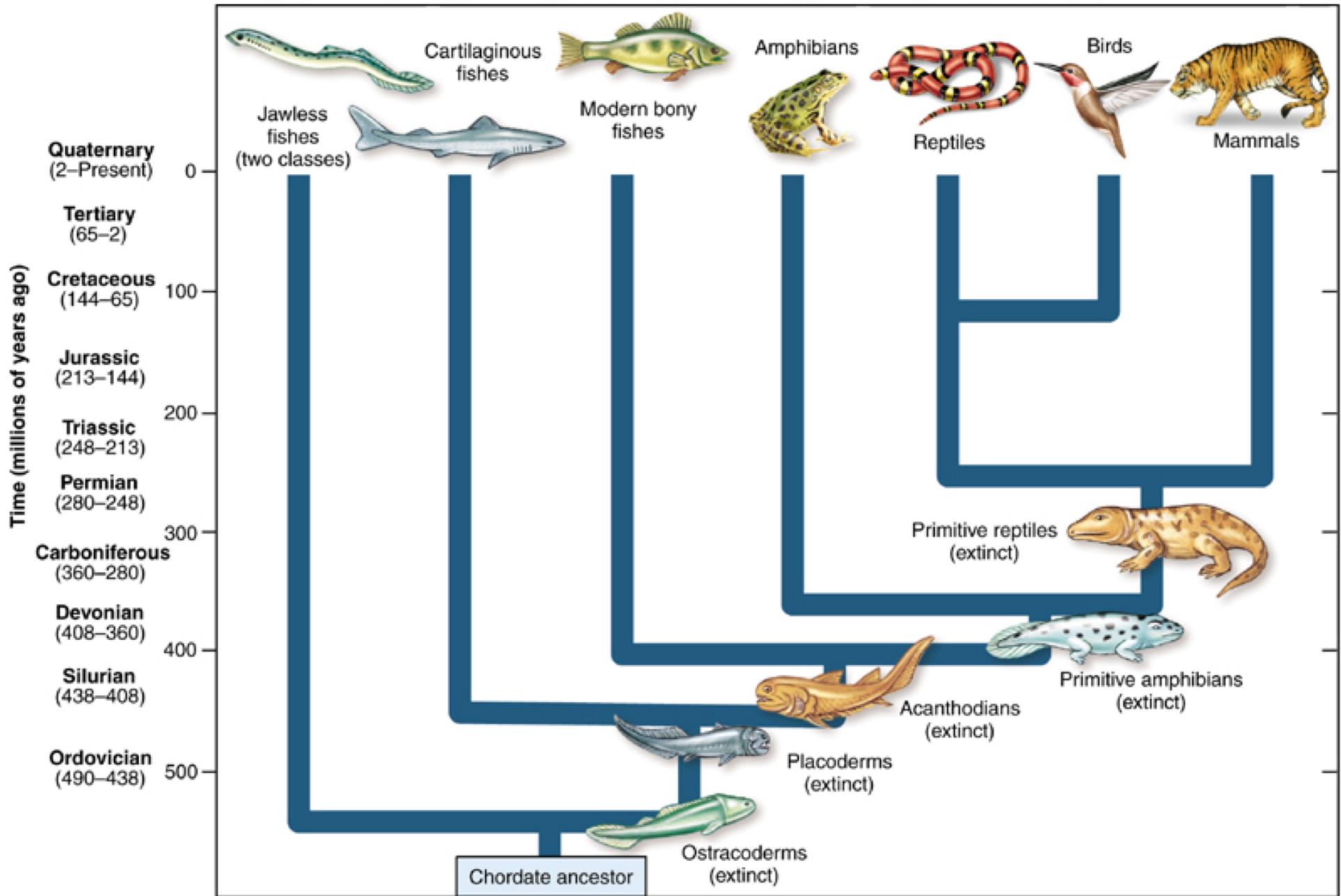


**Pseudocelomati** (nematodi o vermi cilindrici)

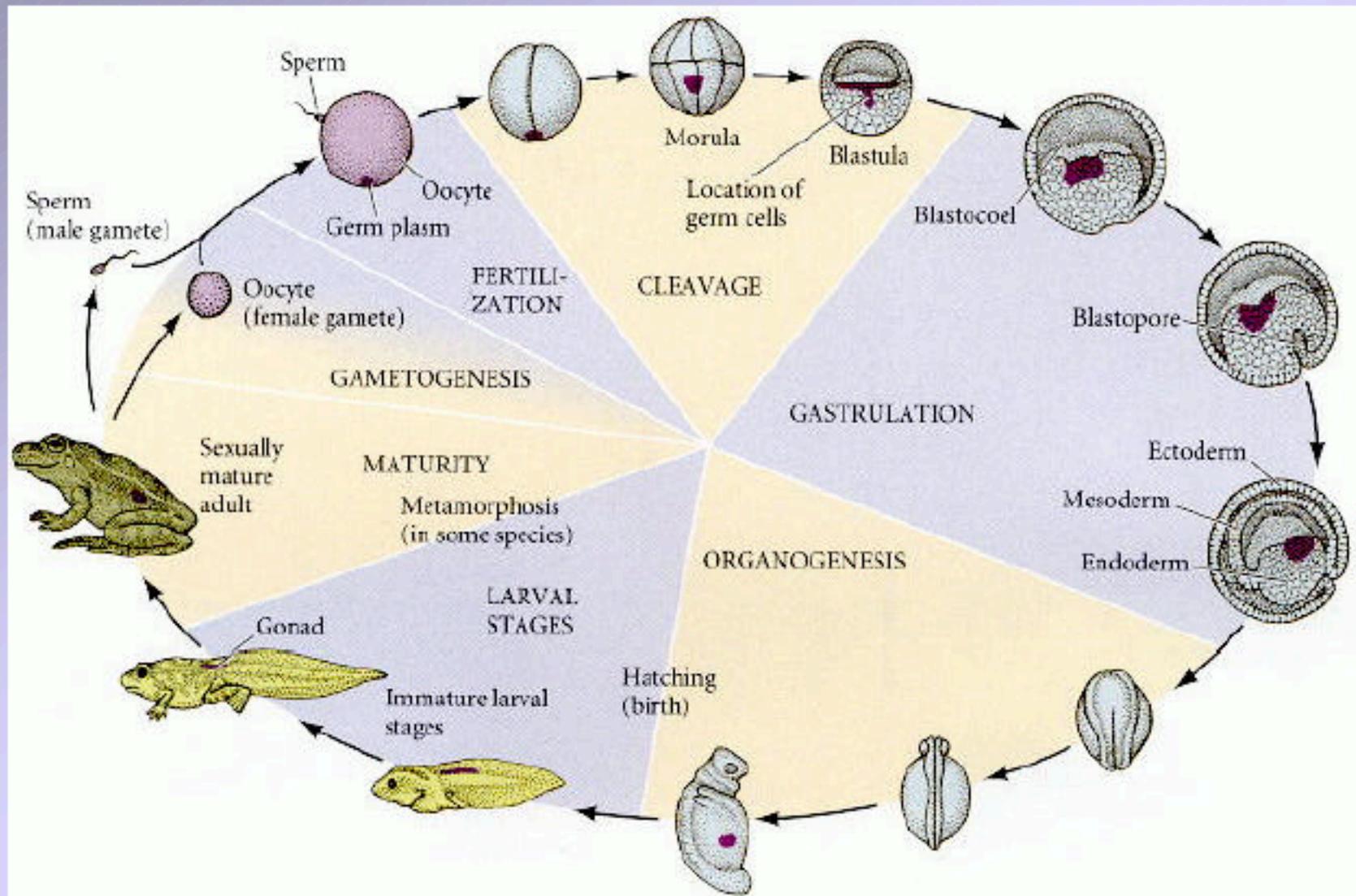


**Celomati** (molluschi, anellidi, artropodi, echinodermi, cordati)

# I Vertebrati



# Che cos'è lo sviluppo?



Lo sviluppo è il processo attraverso cui da una unica cellula (zigote) viene formato un organismo complesso formato da organi e tessuti

I fenomeni fondamentali delle prime fasi dello sviluppo embrionale sono:

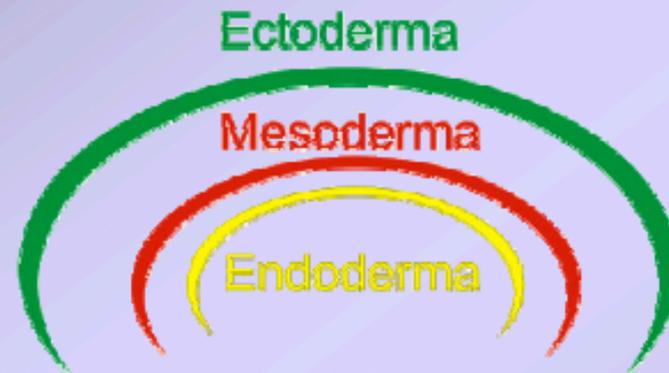
- La divisione cellulare
- La migrazione cellulare
- Il differenziamento cellulare

- ❖ **Ha lo scopo di portare a termine due obiettivi:**
  - L'origine alla diversità e all'ordine cellulare
  - La continuità della vita da una generazione all'altra

??????

- Differenziamento
- Morfogenesi
- Crescita
- Riproduzione
- Evoluzione
- Integrazione ambientale

Differenziamento: la formazione di tipi cellulari specializzati e diversificati a partire da una singola cellula (zigote)



## Ectoderma

Epidermide  
Sistema Nervoso  
Cresta Neurale

## Mesoderma

Notocorda  
Muscoli  
Rene  
Sangue  
Osso

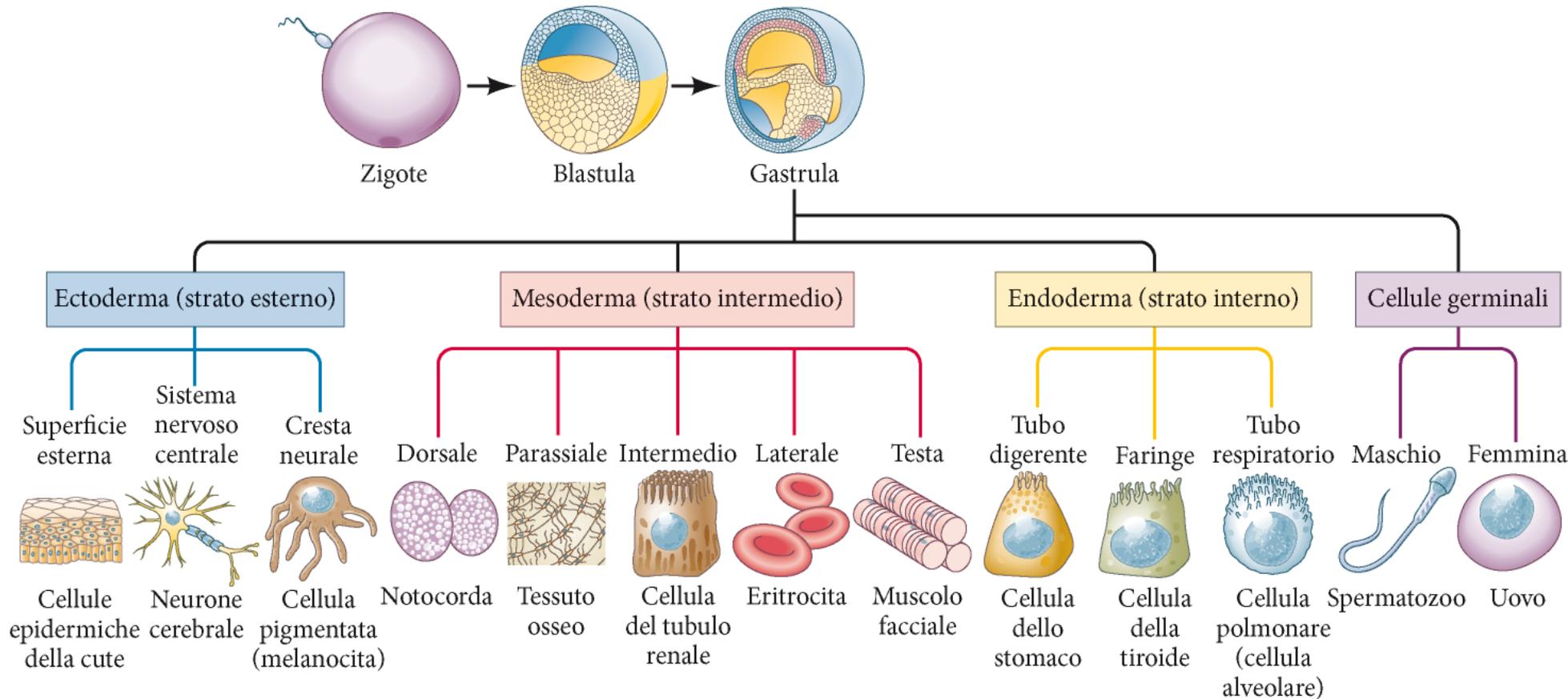
## Endoderma

Tubo digerente  
Fegato  
Pancreas  
Tiroide  
Epitelio polmonare

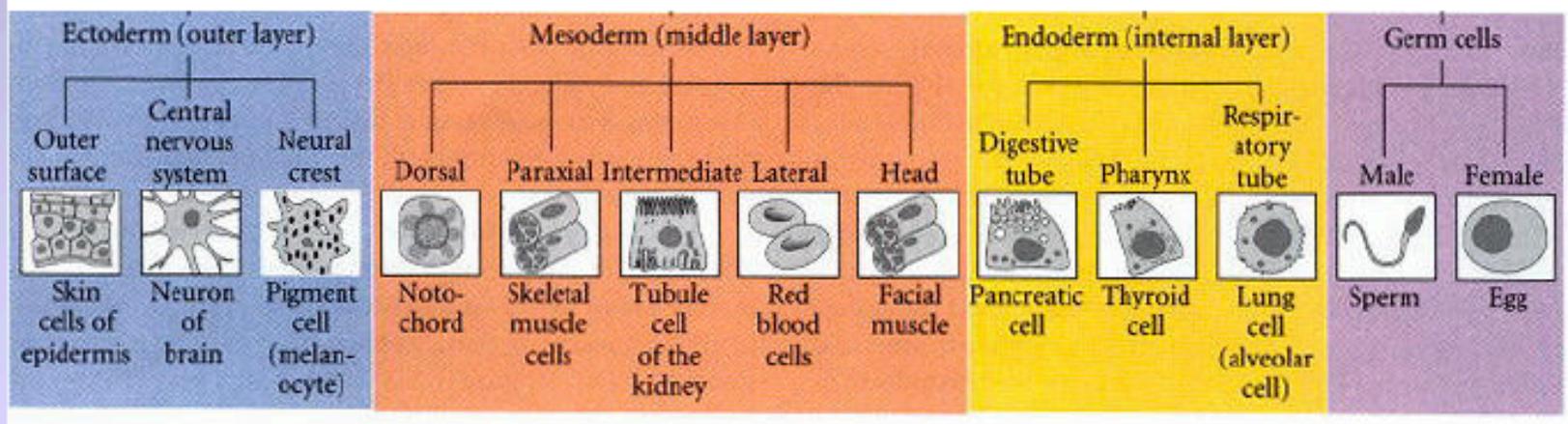
# Differenziamento



- come sia possibile che da una stessa informazione genetica si possano avere tipi cellulari diversi, per forma e funzione

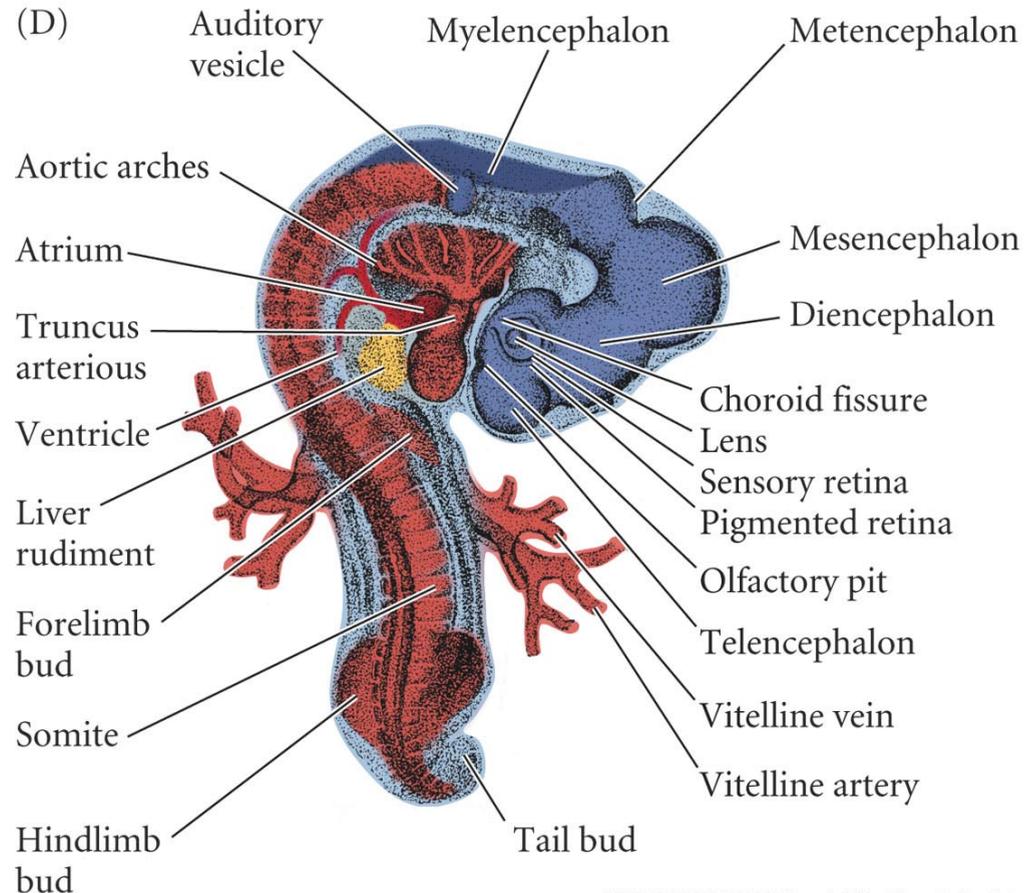
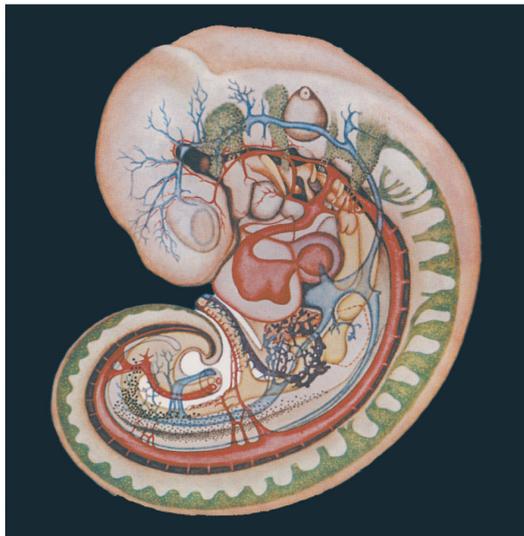


# Differenziamento: la formazione di tipi cellulari specializzati e diversificati a partire da una singola cellula (zigote)



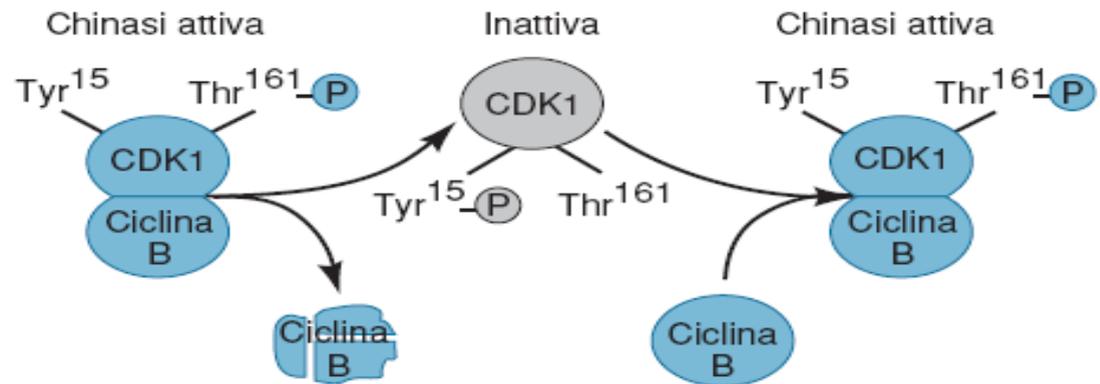
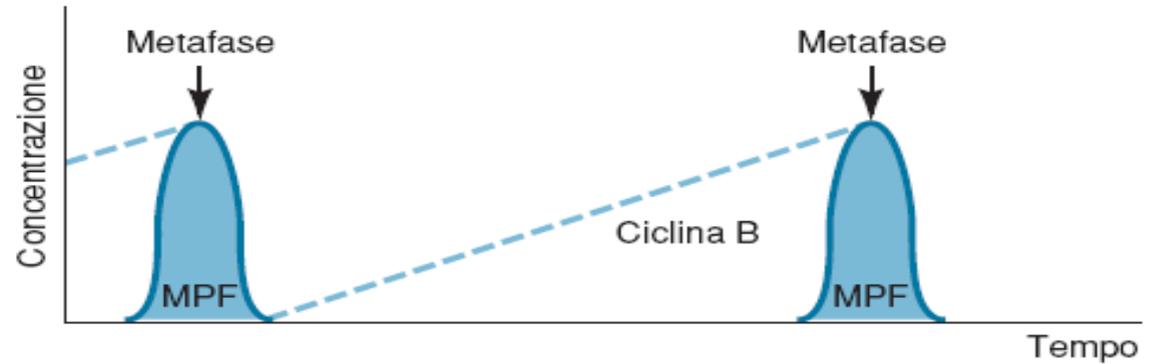
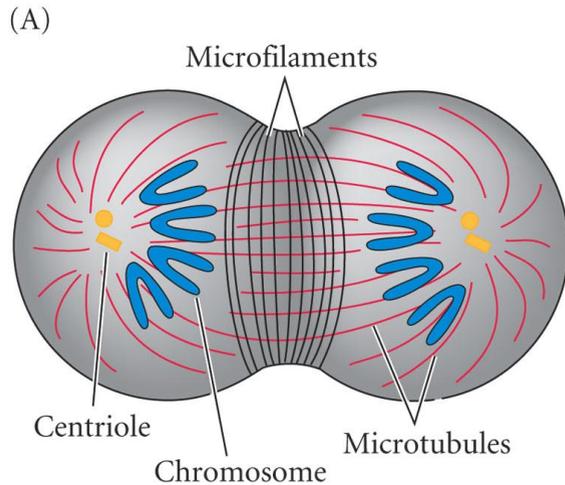
# Morfogenesi

- In che modo le cellule riescono a formare strutture complesse e ordinate come gli organi e i tessuti

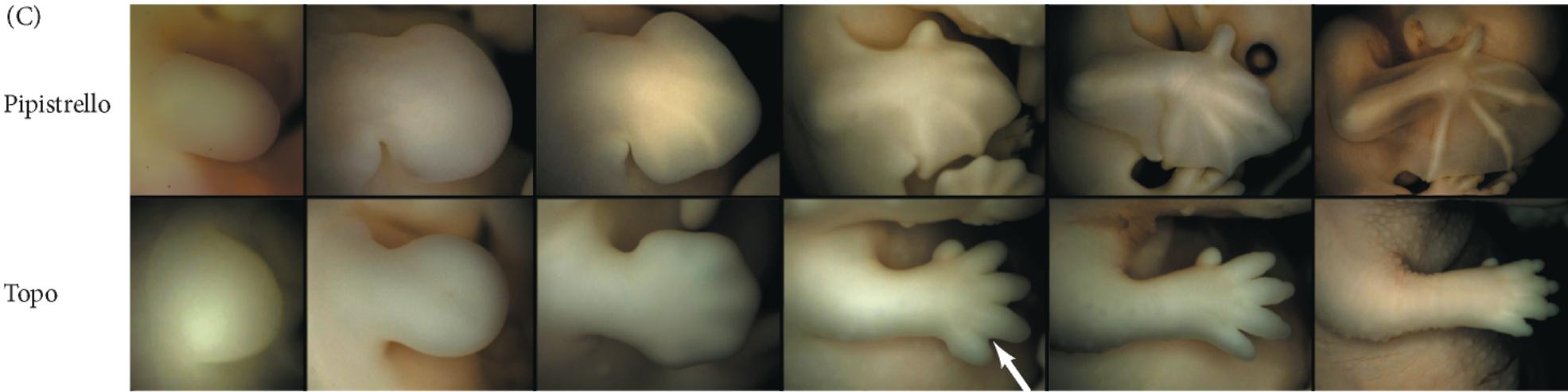
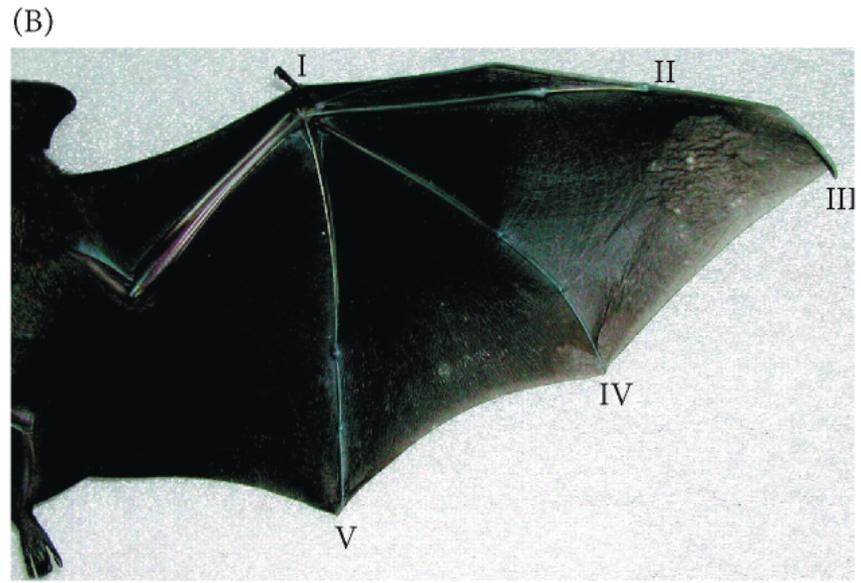


# Accrescimento:

- regolazione della divisione cellulare



**Figura 2.15** Attivazione e degradazione del fattore che promuove la mitosi (MPF) durante il ciclo cellulare. In alto, è evidente come l'attività dell'MPF sia massima durante la metafase, mentre è praticamente inesistente durante le altre fasi del ciclo cellulare. In basso sono schematizzati la composizione dell'MPF e i processi di fosforilazione e defosforilazione (descritti nel testo) dei suoi due costituenti, ovvero CDK1 e la ciclina B, che rendono attivo e inattivo l'MPF.



Le zampe corte sono il risultato dell'interruzione prematura dei precursori della cartilagine  
Mutazioni a livello dei geni FGF (Fibroblast growth factor)

(A)



(B)

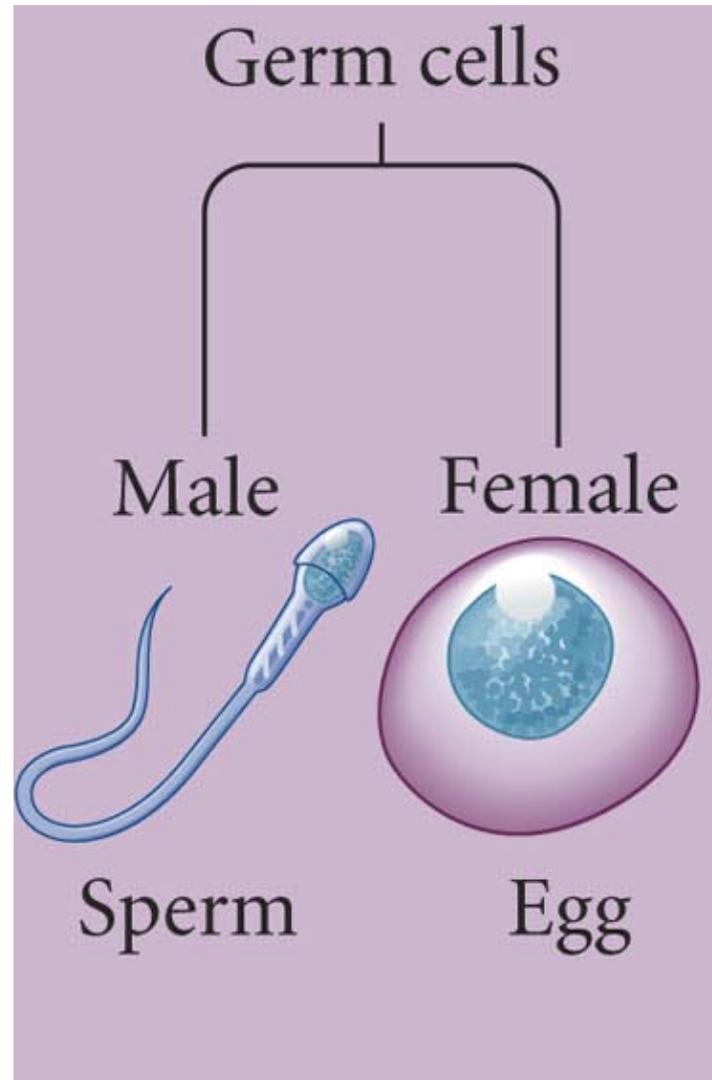


Copia addizionale di Fgf4 : le cellule della cartilagine sono indotte ad interrompere le loro divisioni molto più precocemente ed iniziare il differenziamento.

Pelo lungo, gene Fgf5 troncato: altera il ciclo del follicolo pilifero

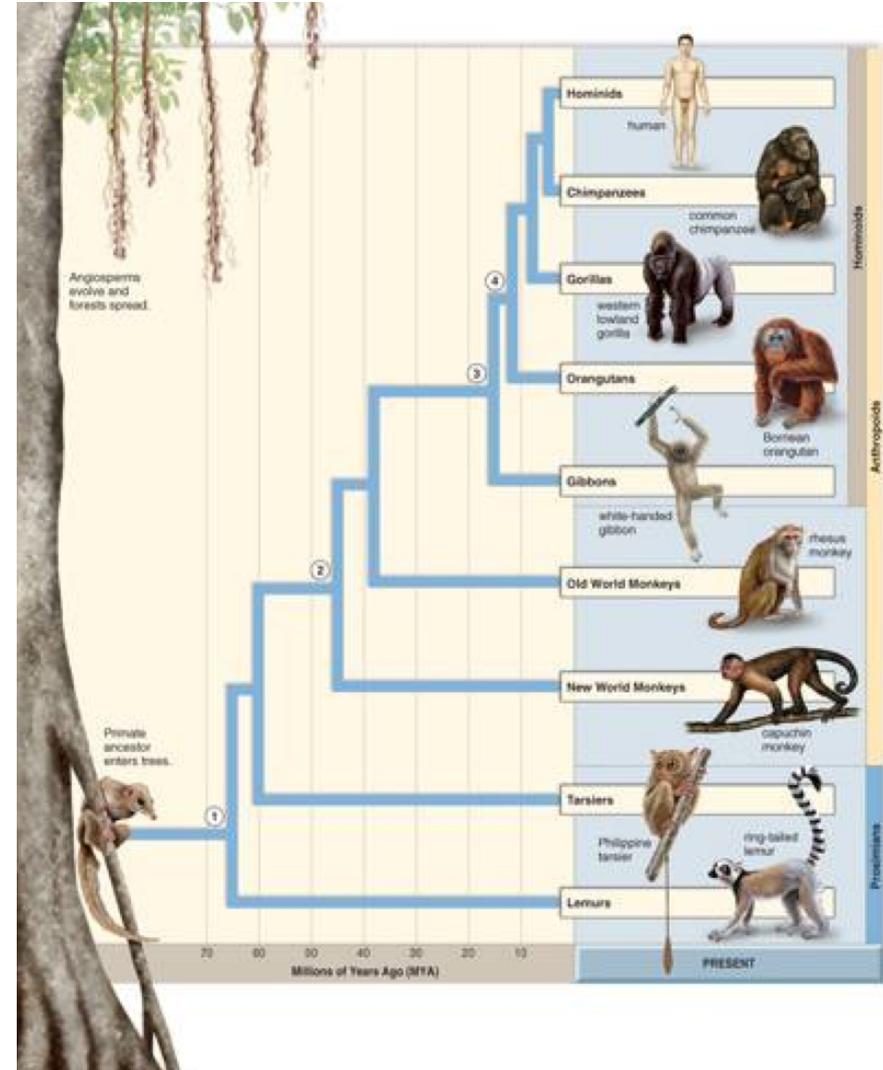
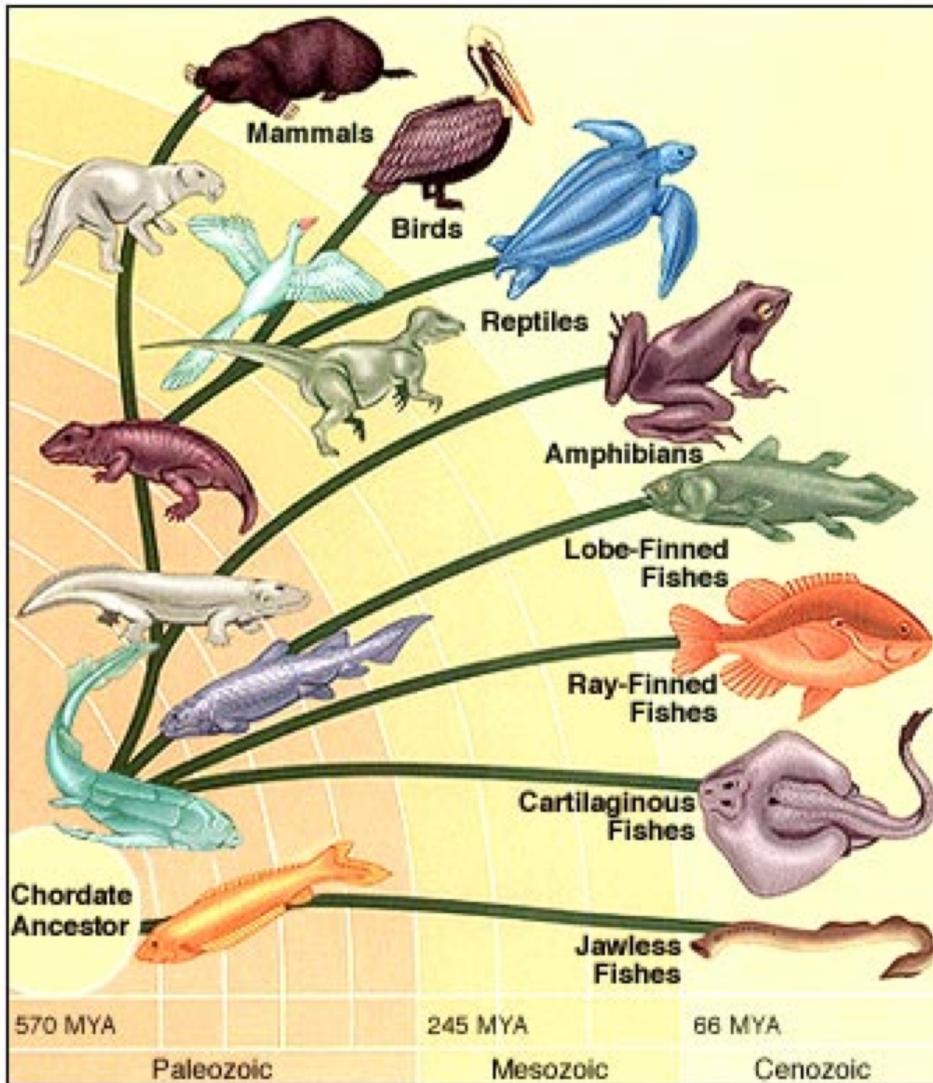
# Riproduzione

- Riproduzione: why and how is the germ line so special: come si formano le cellule della linea germinale, le uniche in grado di dare vita ad un nuovo organismo



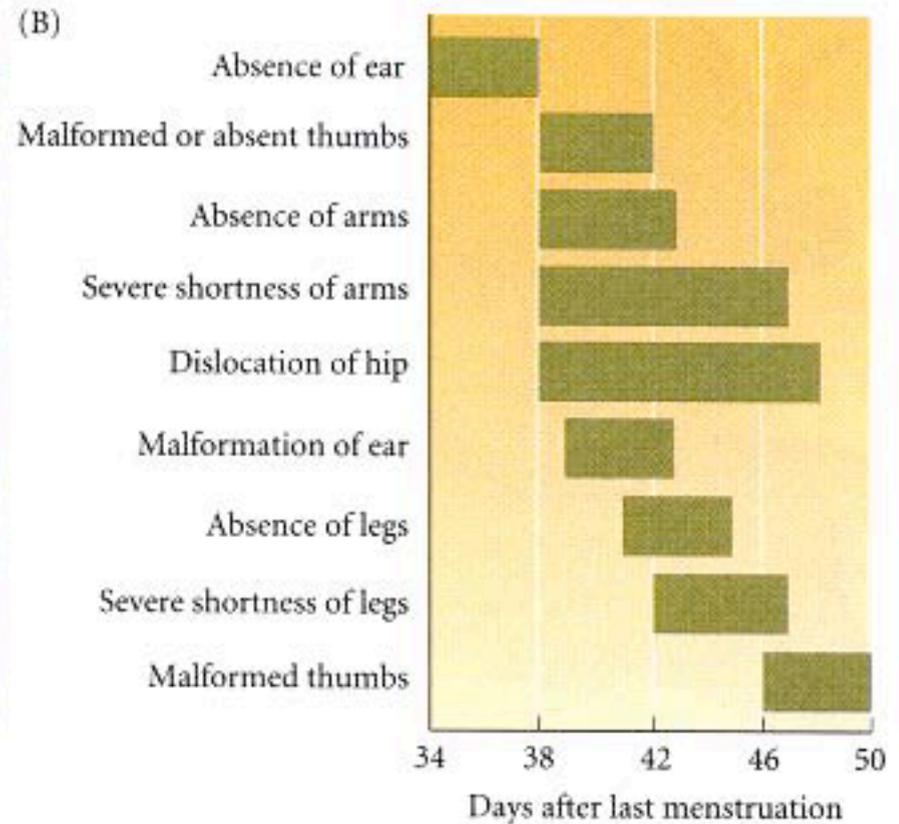
# Biologia dello Sviluppo

- Evoluzione: how do changes in development create new body forms: origine di nuove specie



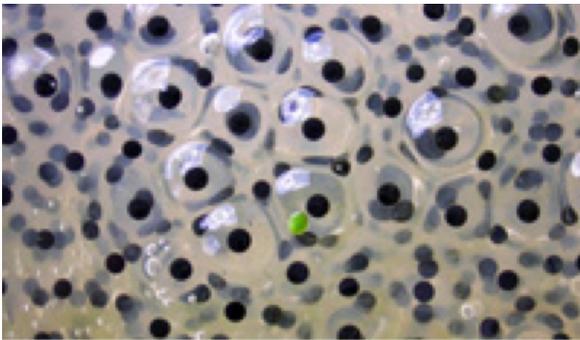
# Biologia dello Sviluppo

- Integrazione ambientale : how does the environment influence development

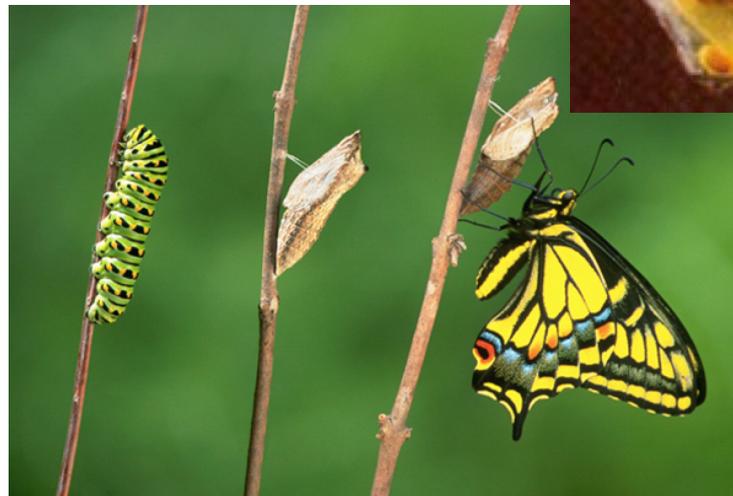
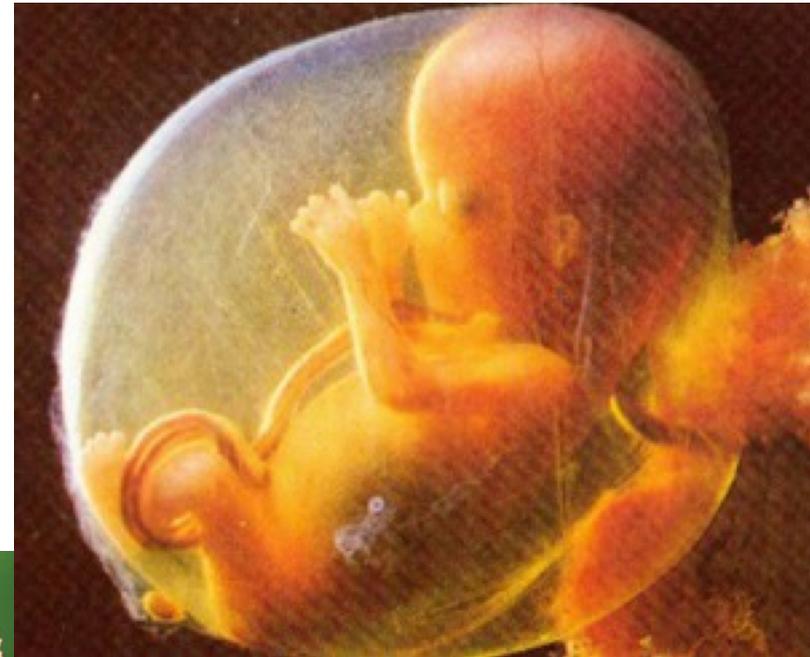
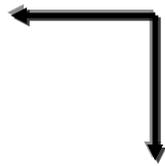


# Biologia dello Sviluppo

- 1) Gametogenesi: formazione di uova e spermatozoi
- 2) Embriogenesi: Segmentazione, Gastrulazione e Organogenesi
- 3) Sviluppo post-embrionale: diretto o indiretto ( metamorfosi).

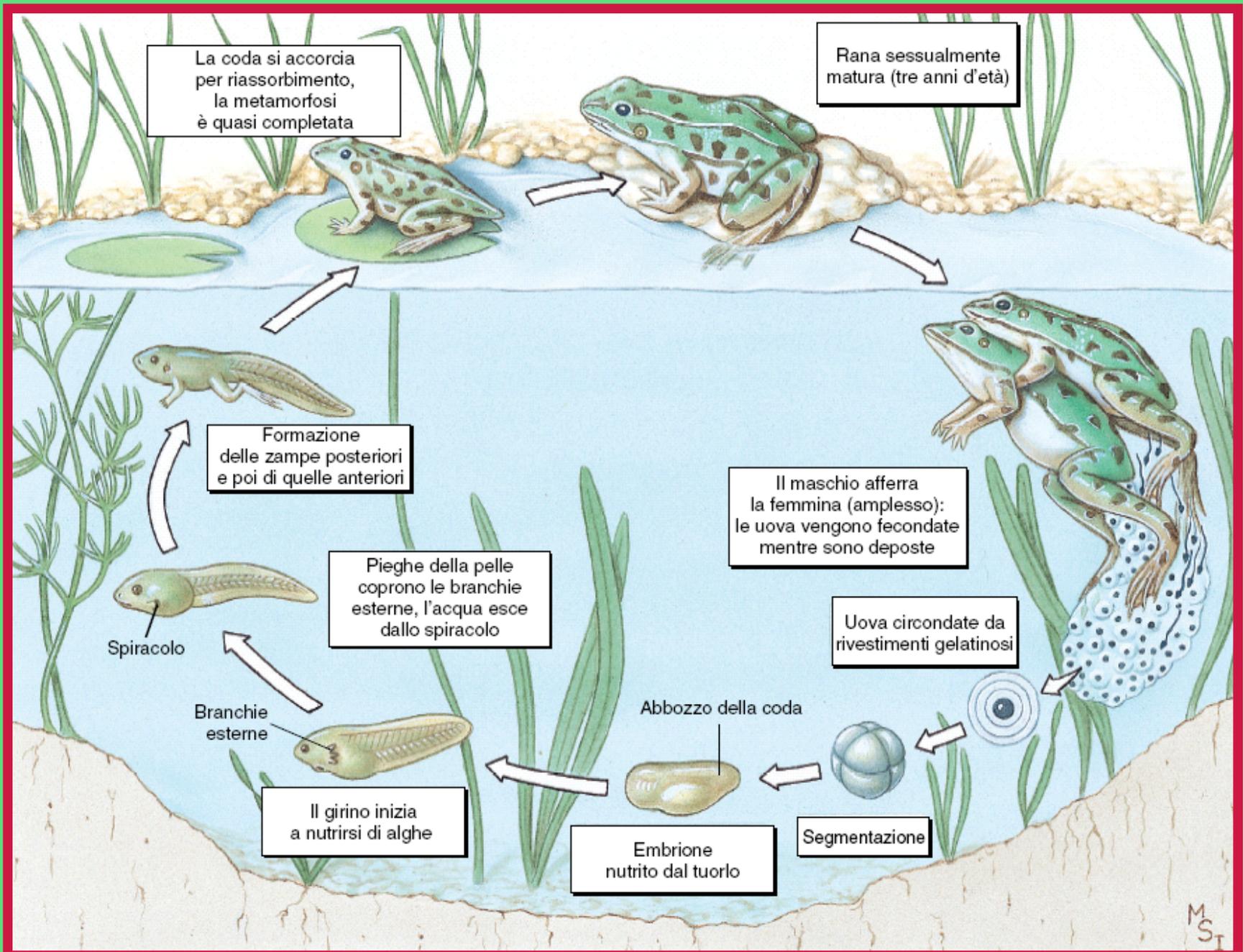


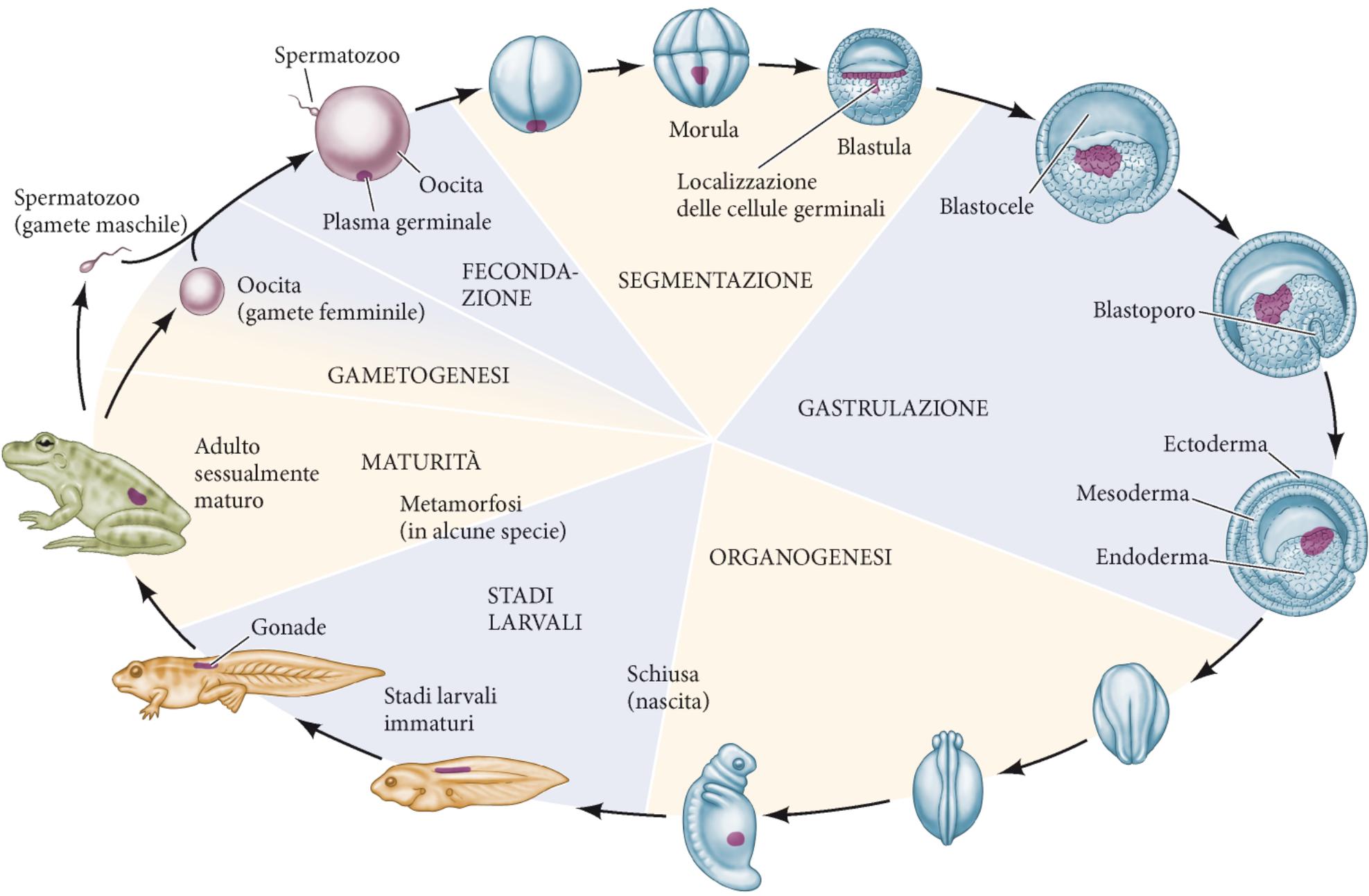
Indiretto



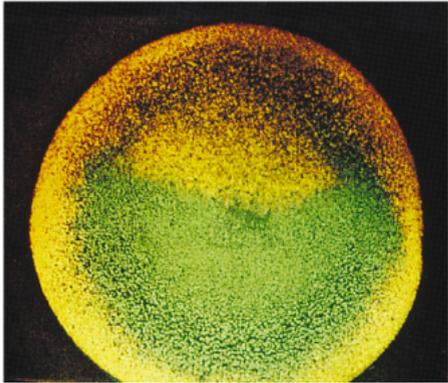
Diretto

# Ciclo vitale della rana





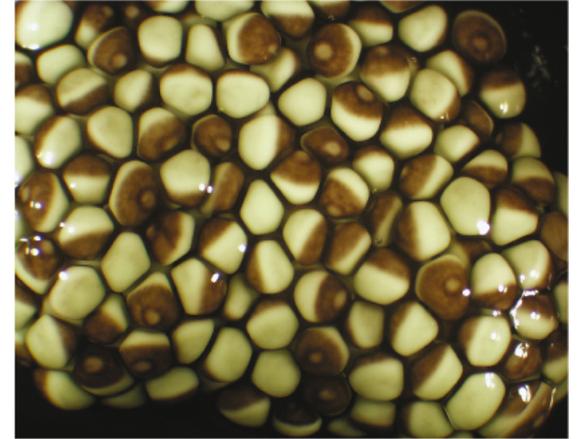
(A)



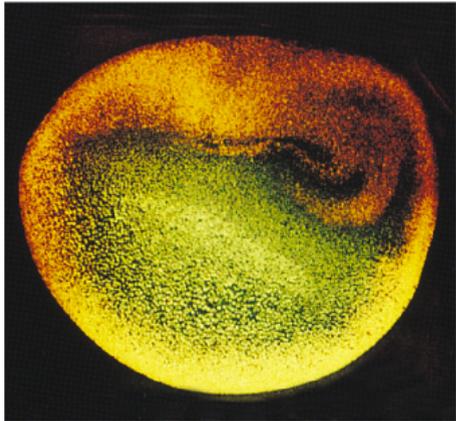
(B)



(C)



(D)



(E)



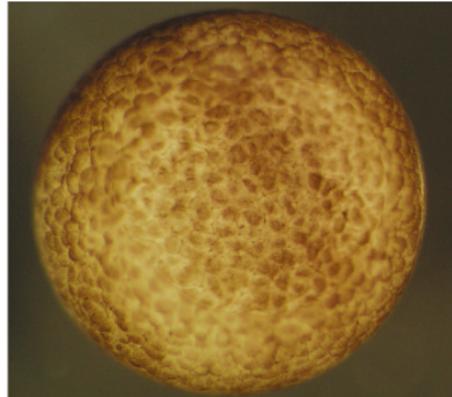
(F)



(G)

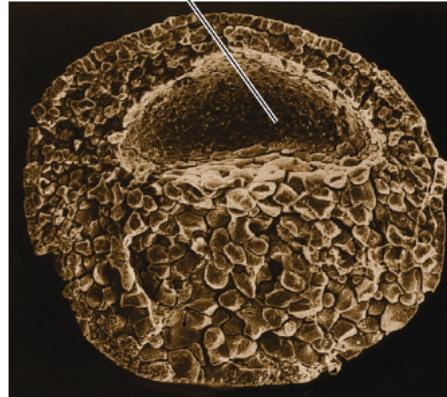


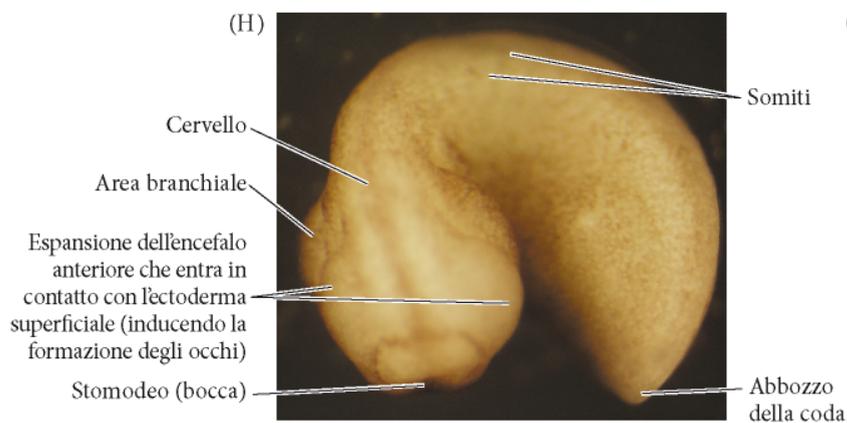
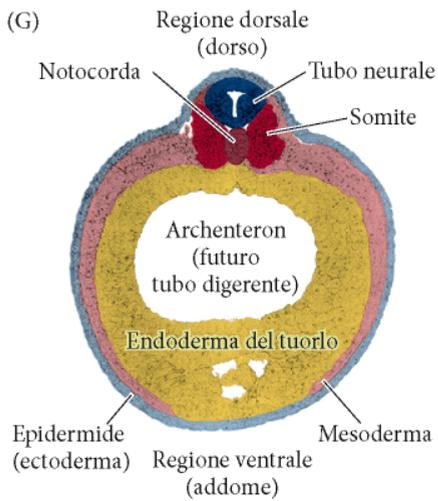
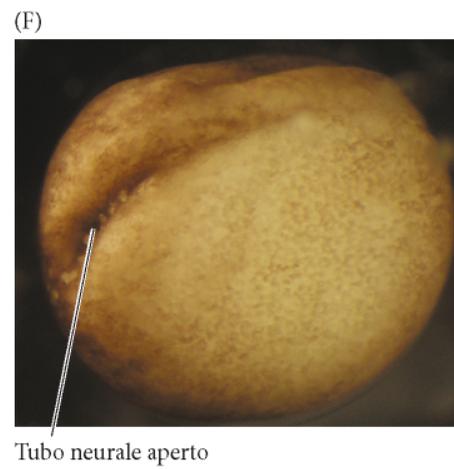
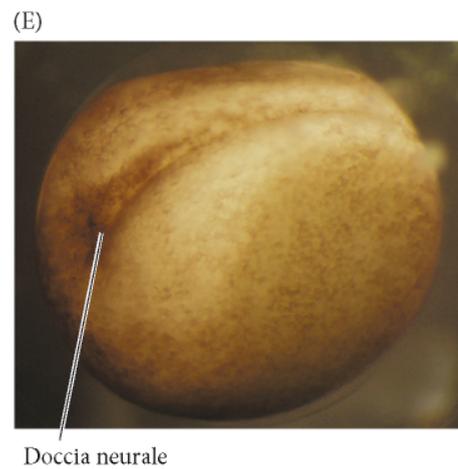
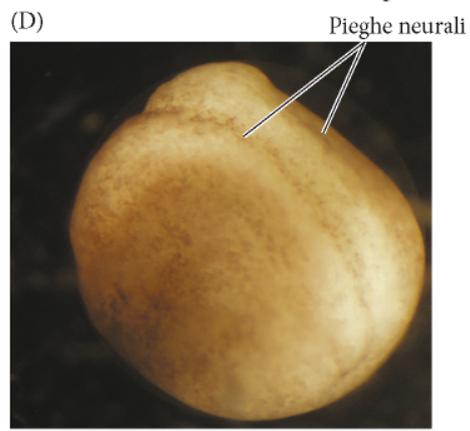
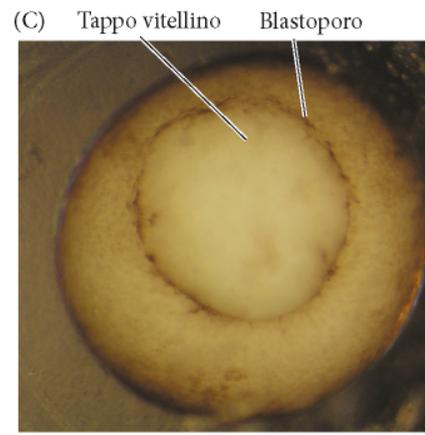
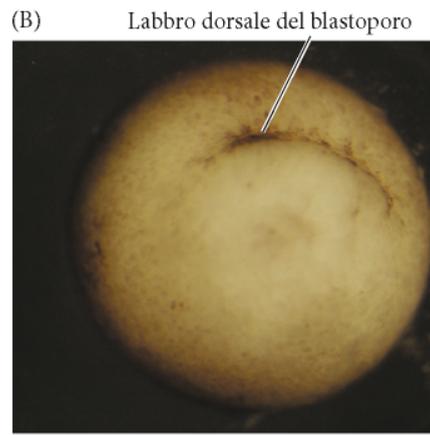
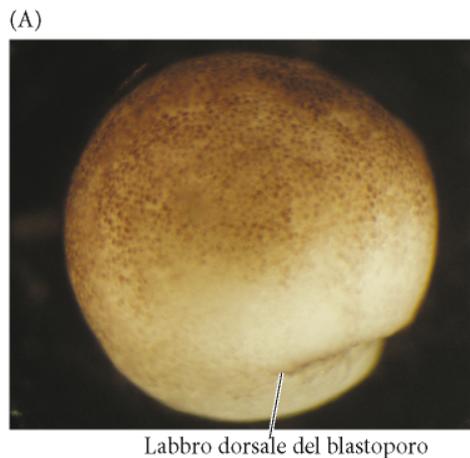
(H)



(I)

Blastocele





(A)



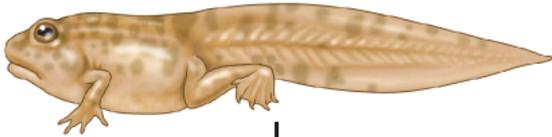
(B)



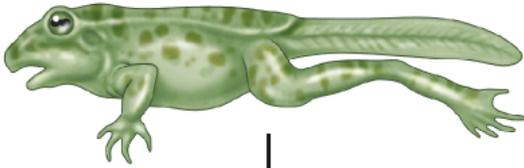
(C)



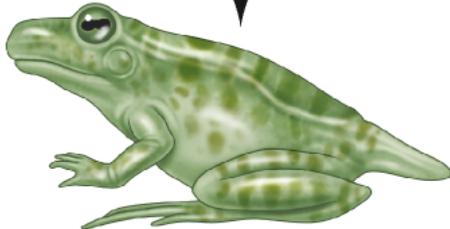
(D)



(E)



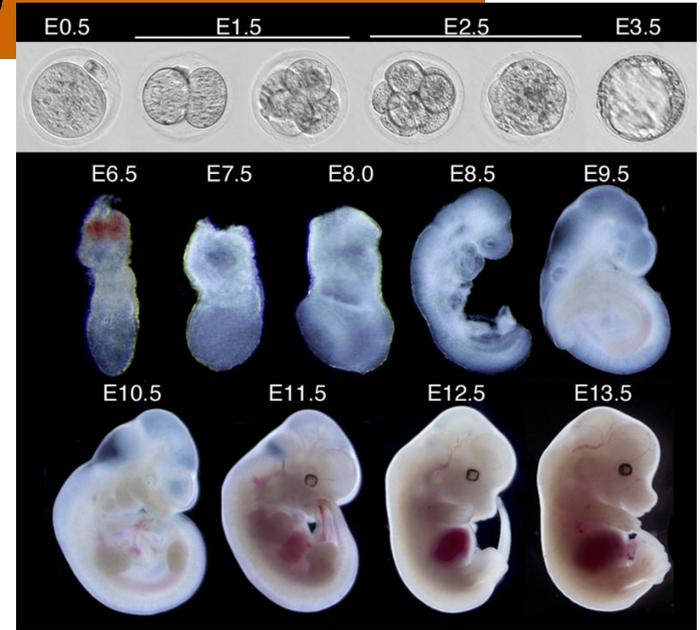
(F)



# Biologia dello Sviluppo

## Metodi di studio:

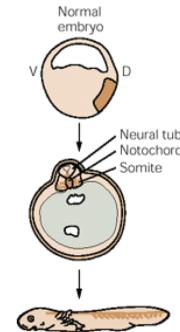
Embriologia descrittiva: osservazioni macro- e microscopiche delle varie fasi dello sviluppo.



Embriologia sperimentale: Manipolazioni delle cellule embrionali

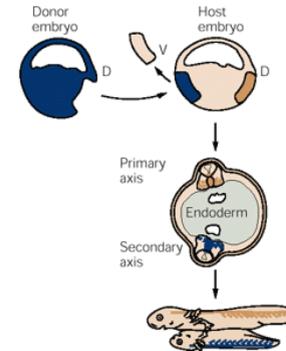
A Organizer grafts induce a twinned axis

The organizer region generates axial mesoderm during normal development

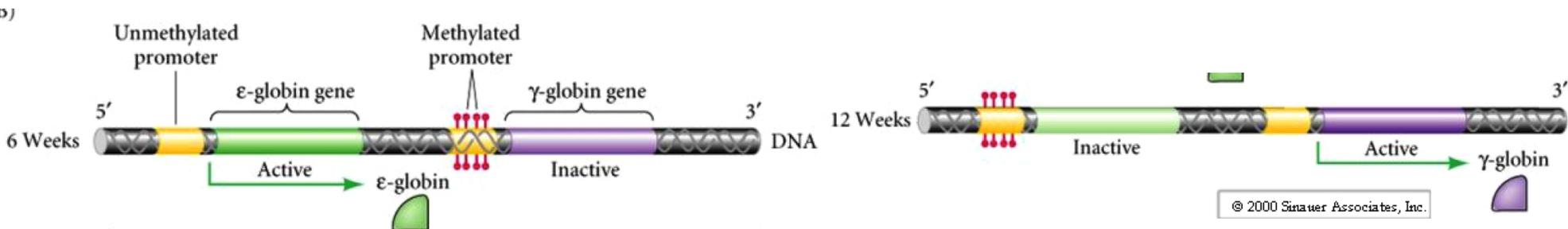


B Frog embryo with twinned axis

Grafted organizer region induces a secondary axis in host



Genetica: regolazione dell'espressione genica



## Espressione genica differenziale

I nuclei di tutte le cellule contengono il genoma completo formatosi nell'uovo fecondato. In termini molecolari,

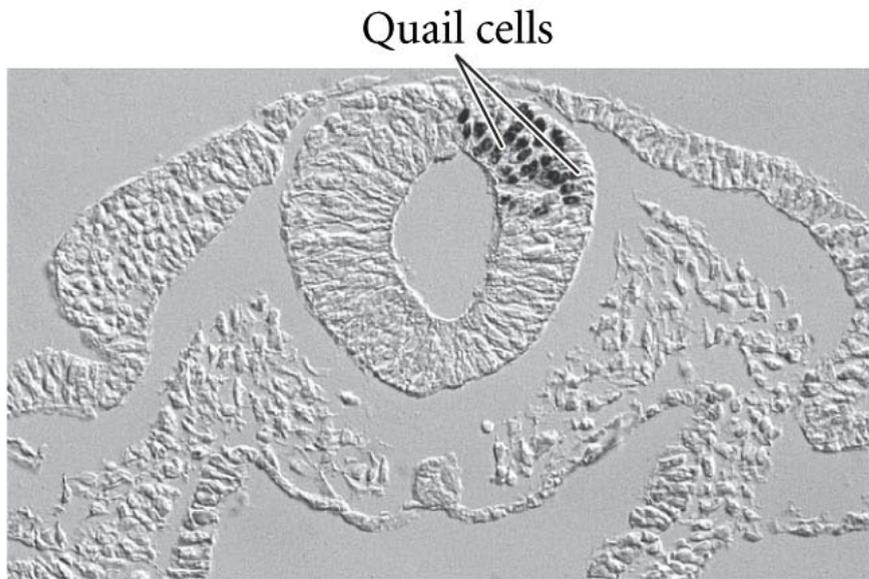
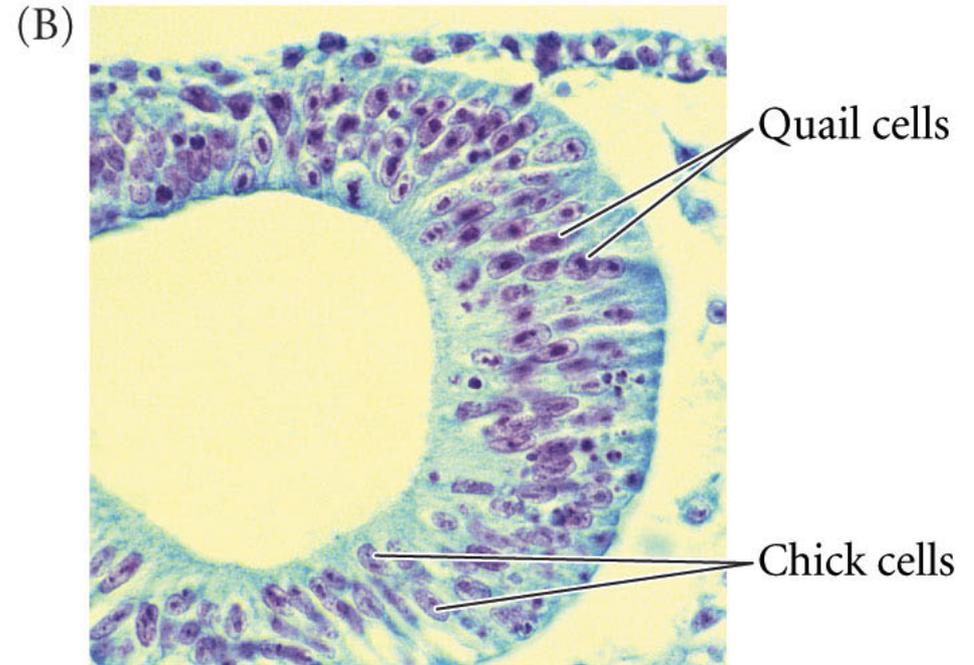
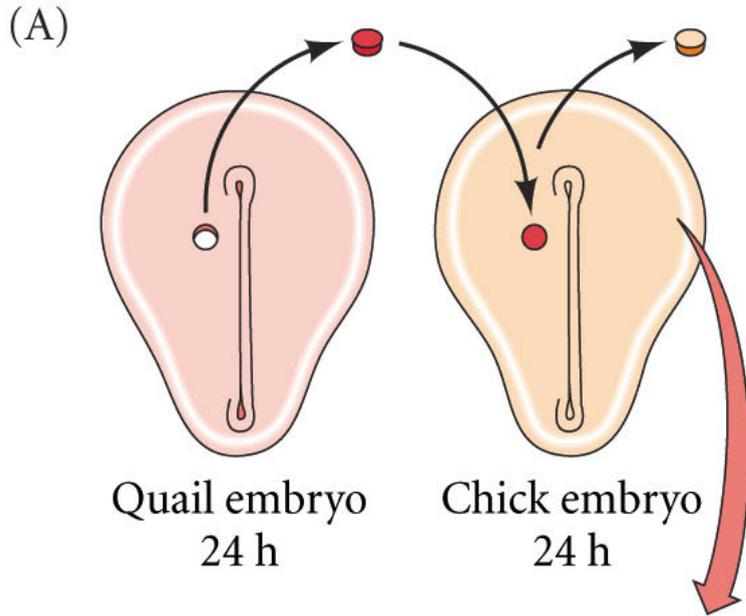
**i DNA di tutte le cellule differenziate sono uguali.**

I geni che non vengono usati in cellule differenziate non vengono mutati né distrutti, e mantengono la potenzialità di essere espressi.

Solo una piccola percentuale del genoma si esprime in ciascuna cellula, e **una porzione dell'RNA sintetizzato nella cellula specifico per quel tipo cellulare.**

**QUINDI: LE CELLULE SONO DIVERSE PERCHE' ESPRIMONO RNA DIVERSI**

# Genetic markers as cell lineage tracers



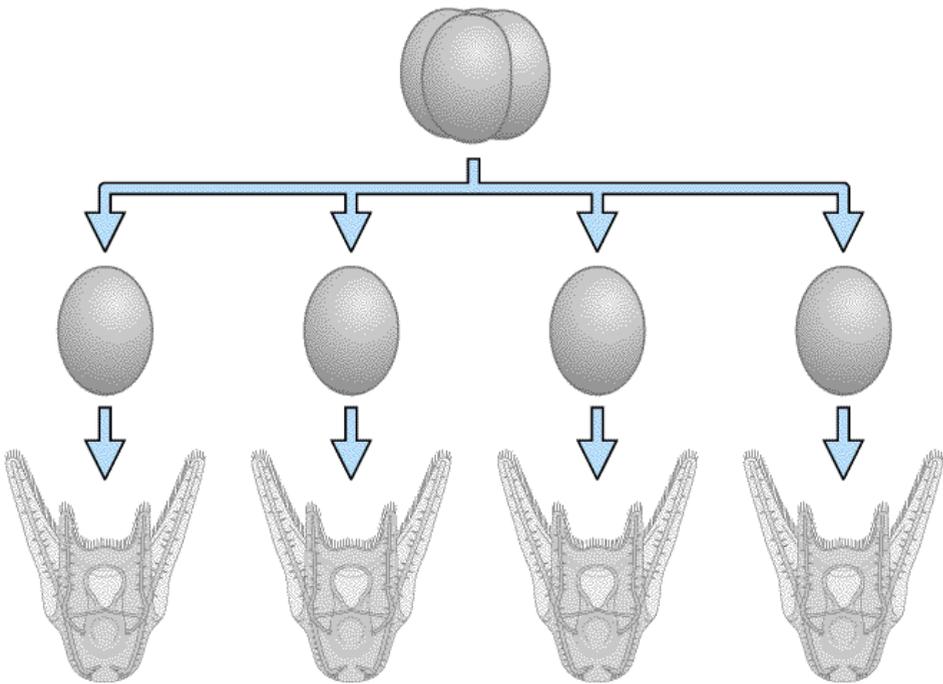
Chick embryo with region of quail cells on the neural tube

Chimeric embryos:  
graft of quail cells  
inside of a chicken  
embryo. Also called  
“mosaic” embryos.

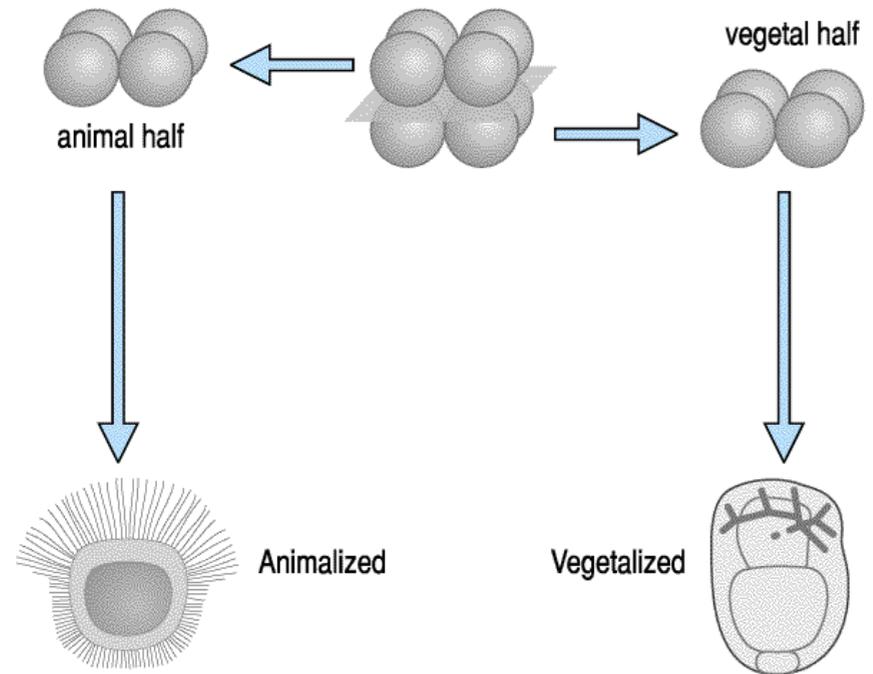
# Embriologia sperimentale

## Manipolazioni delle cellule embrionali

Isolation at four-cell stage gives four small larvae

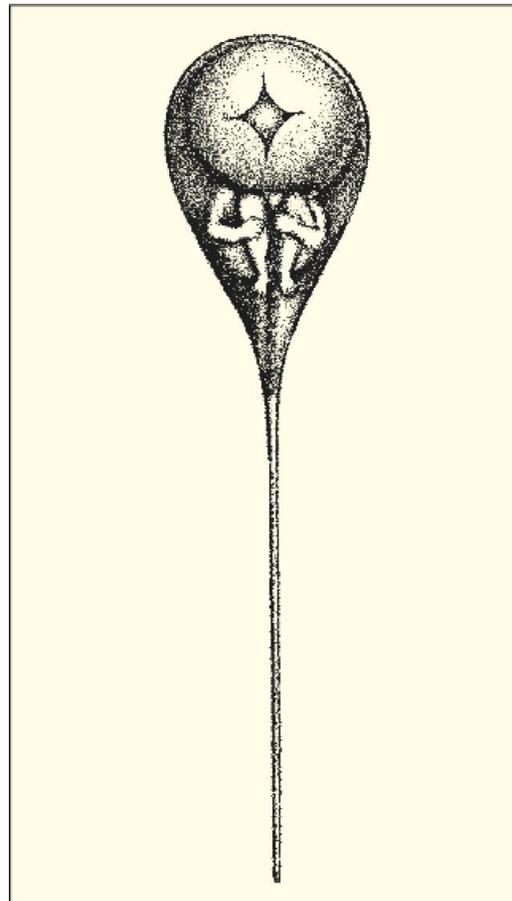
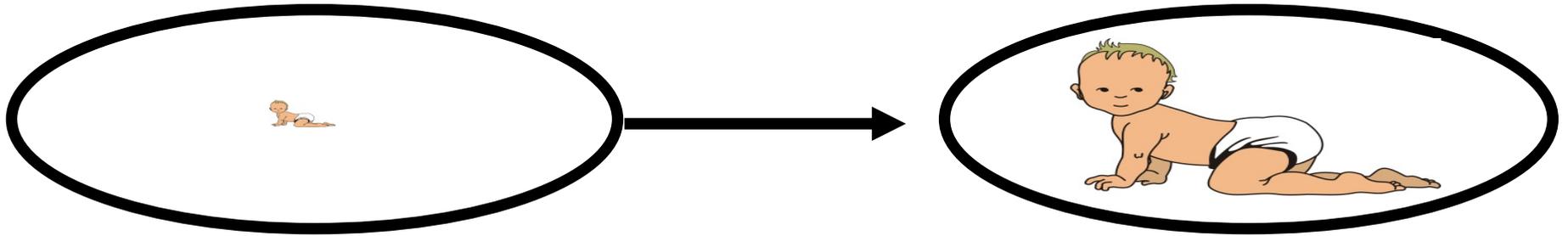


Animal and vegetal halves develop differently when isolated



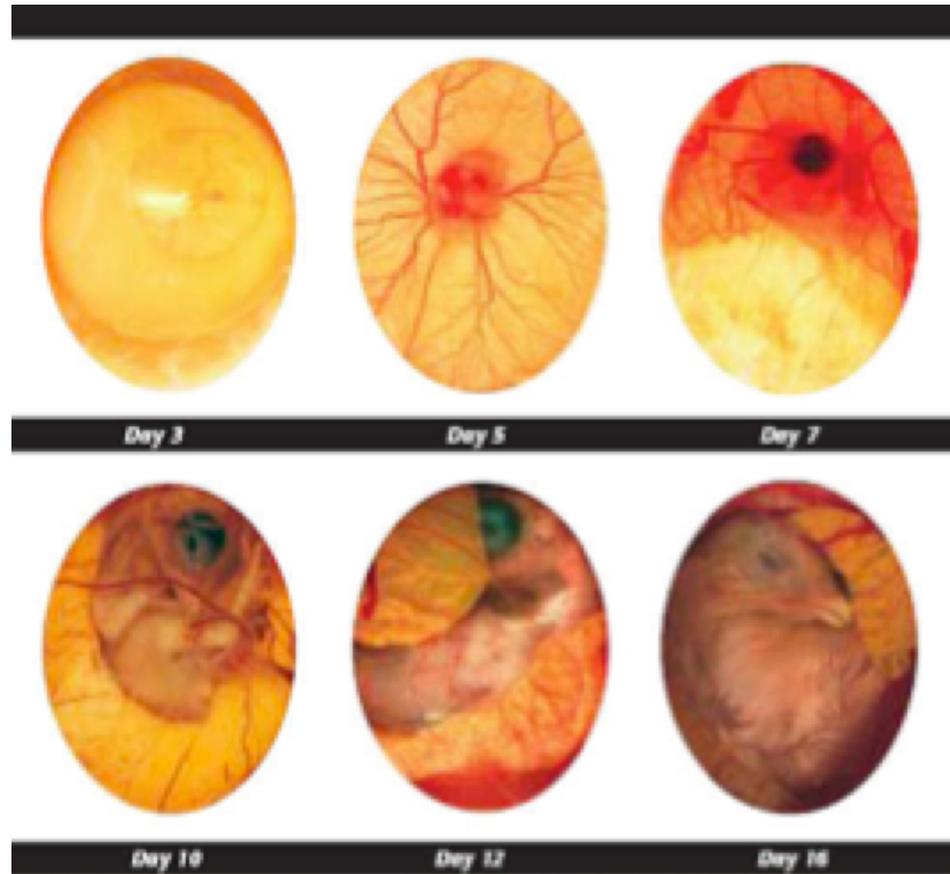
# Preformismo o epigenesi?

## Preformismo



# Preformismo o epigenesi?

## Epigenesi



## Preformismo o epigenesi?

- In 1672, Marcello Malpighi published the first microscopic account of chick development.
- Debate: epigenesis X preformation
  - Epigenesis: organs of the embryo are formed from scratch
  - Preformation: organs of the embryo are already present in miniature form
- In 1767, Kaspar Wolff proclaimed that he believed in the truth of epigenesis after working with chick embryos and seeing the heart and blood vessels to develop.
- The end of preformationism did not come until 1820s with Christian Pander, Karl Ernst von Baer, and Heinrich Rathke.