

# Introducción



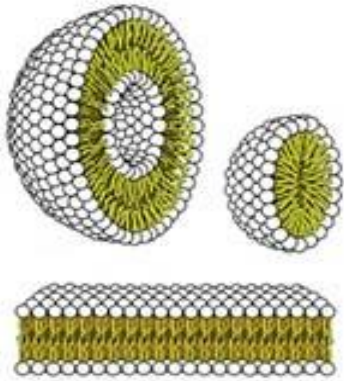


# Biología del Desarrollo

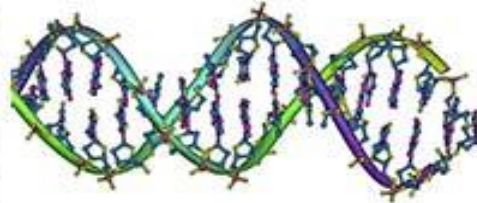
La **búsqueda de las bases químicas** de la diversidad de organismos llevó a una paradoja: en cambio de encontrar variabilidad se encontró

**CONSERVACIÓN**

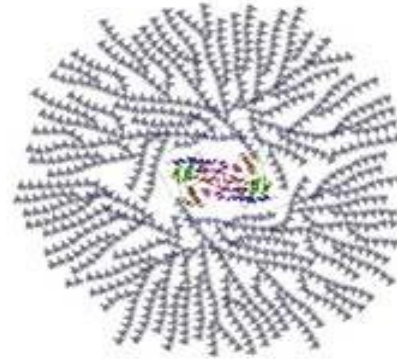




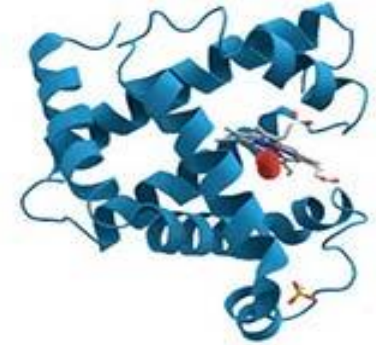
LIPIDS



NUCLEIC ACIDS



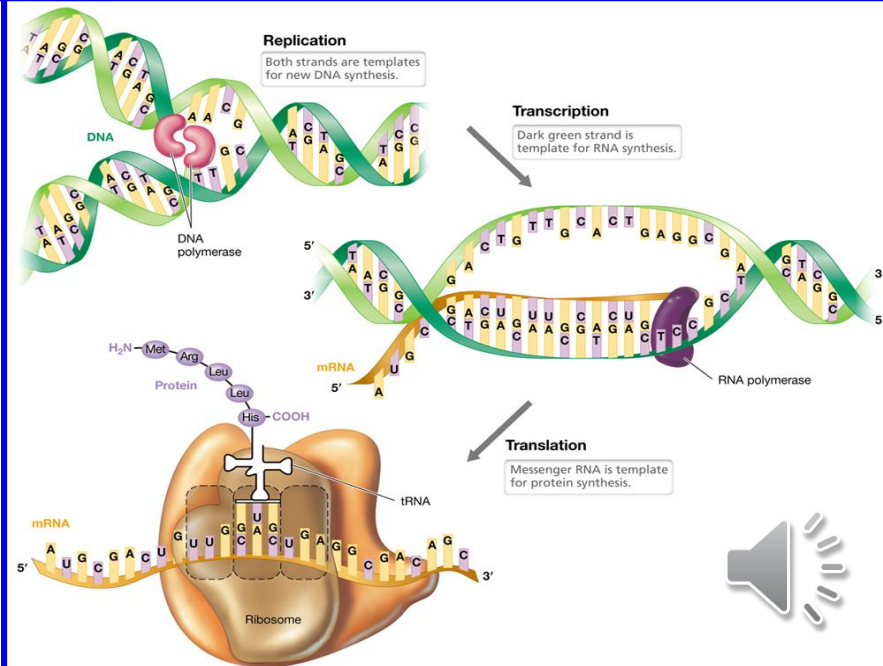
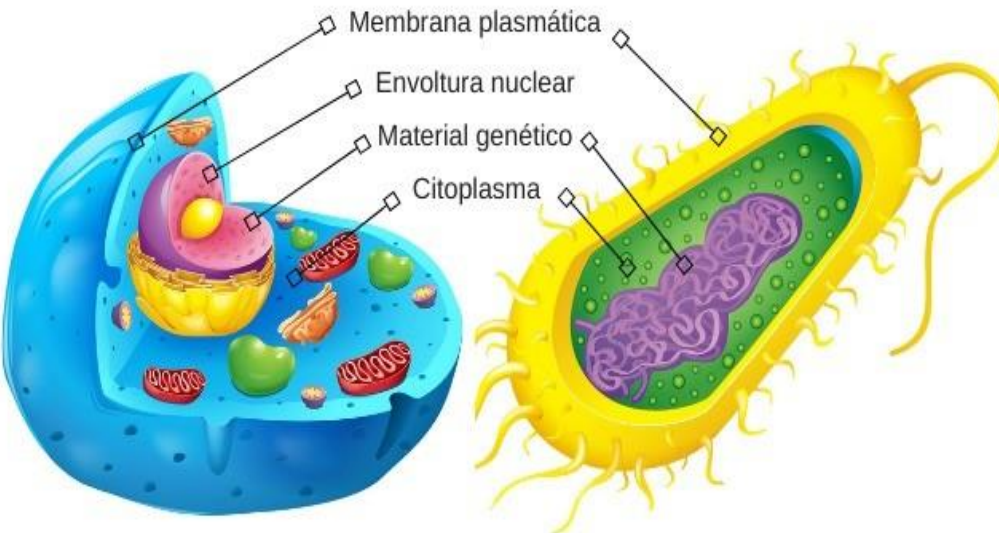
CARBOHYDRATES



PROTEINS

## Célula eucariota

## Célula procariota



Hay **divergencia** en los cambios génicos acumulados en el genoma, en las secuencias proteicas, en las formas corporales...

Pero hay **conservación** en la función y estructura de muchos mecanismos celulares, incluyendo los que generan el cambio evolutivo y el desarrollo de los organismos.



También son **conservativos** el desarrollo de miembros, el desarrollo del sistema nervioso, y las características celulares de los huevos en organismos muy diversos.

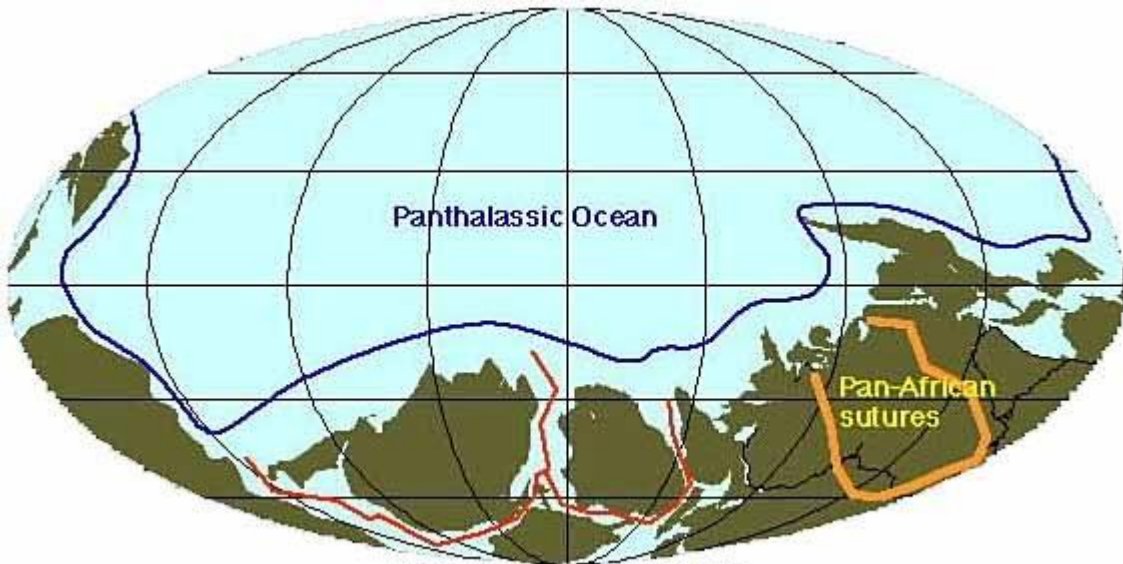
**Los principios básicos del desarrollo son casi los mismos entre las diferentes especies animales y a través de la historia evolutiva**



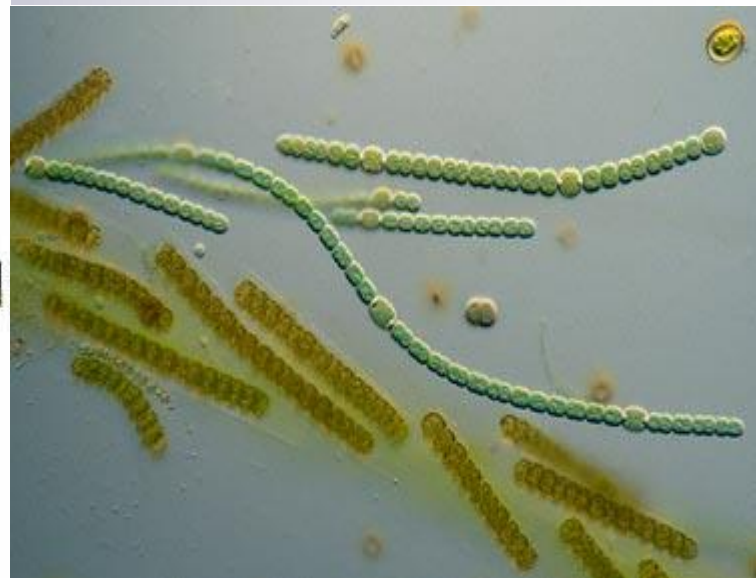
La mayoría de los pasos importantes en la evolución celular sucedieron en el **precámbrico**, antes del origen de los eucariontes y la mayoría de nuestros ancestros eucarióticos... entonces

**Qué clase de evolución se dió en los metazoos y metafitos?**



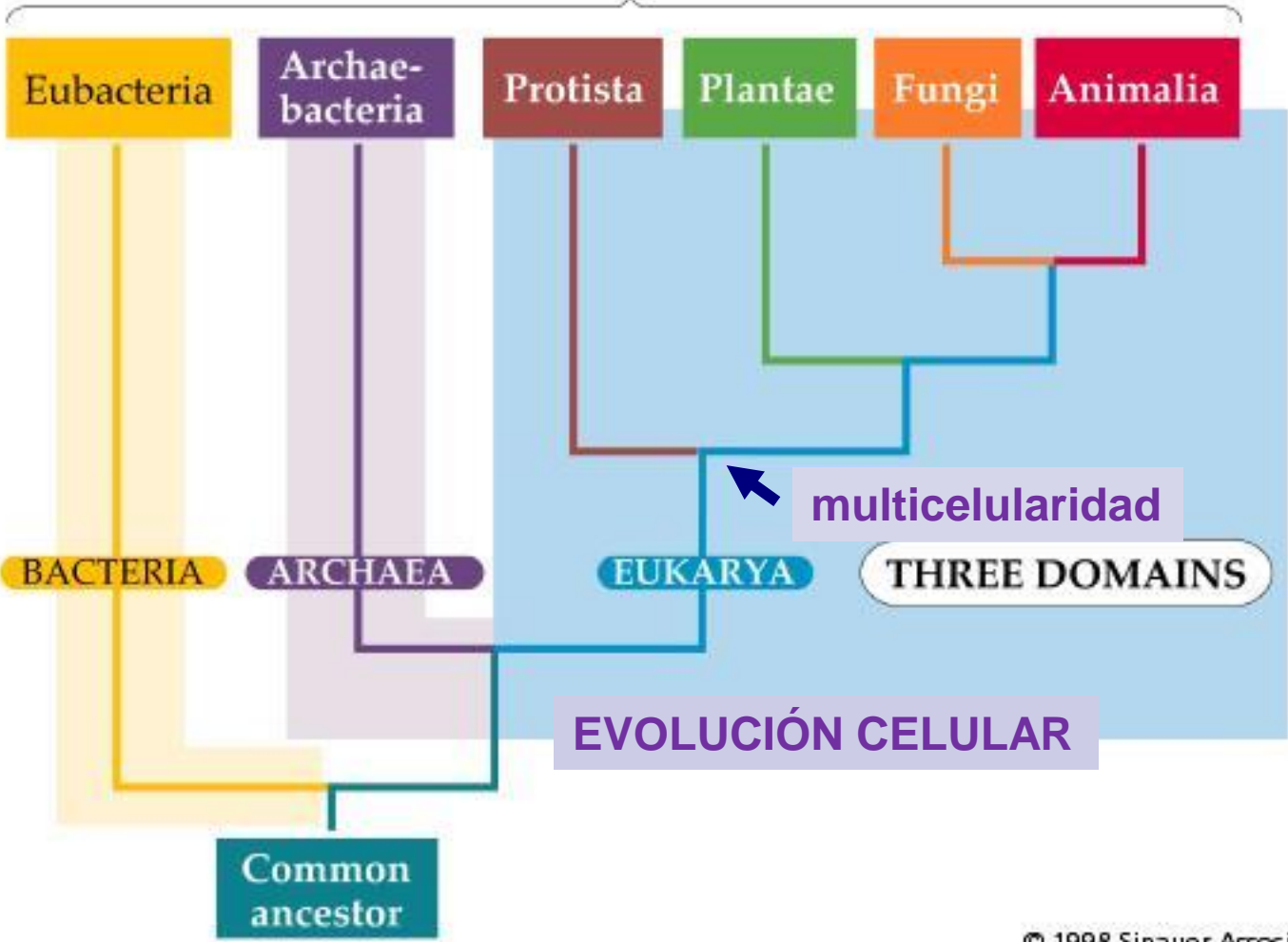


Late Precambrian – 600 Ma





SIX KINGDOMS



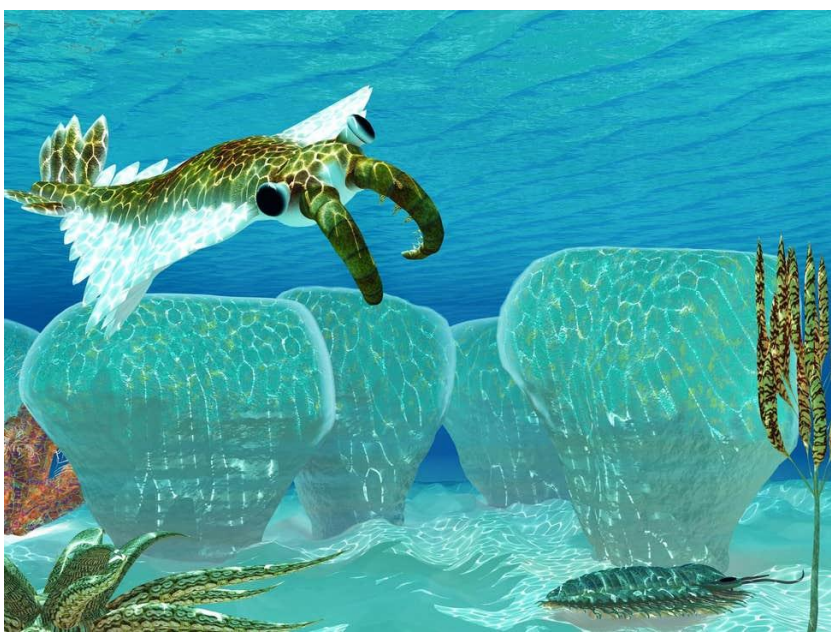
Precámbrico



Una radiación morfológica (**explosión  
Cámbrica**) debido a la evolución de la

**Multicelularidad**





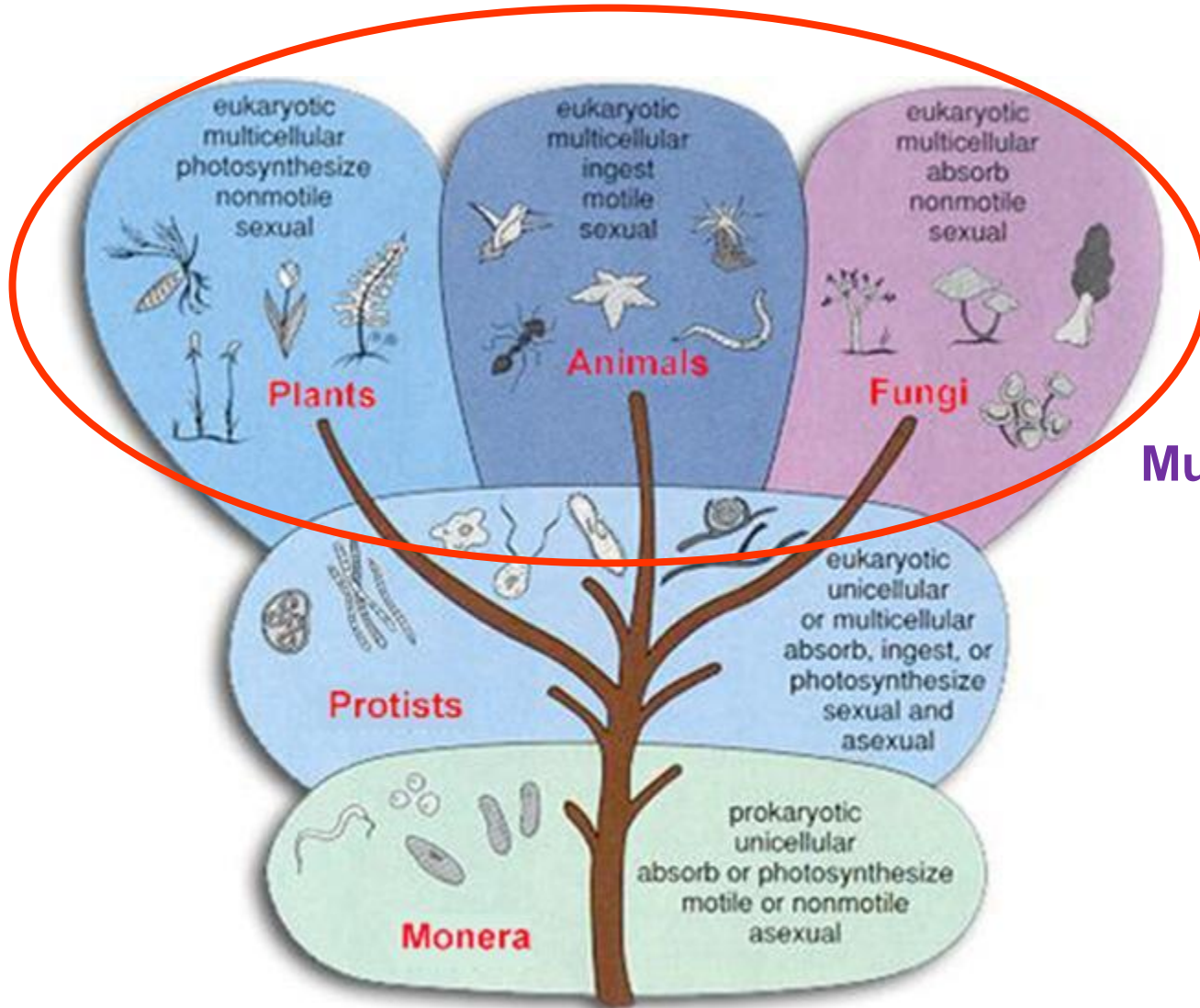
Major geological, paleontological, and cellular events in metazoan evolution

		Geological events	Paleontology	Molecular, cellular, developmental biology	
0	Cenozoic	Quaternary	glaciation	earliest hominids	chimp/gorilla/human divergence
			Tertiary	radiations of mammals birds and insects	
66	Mesozoic	Cretaceous	warm Earth	mass extinction	
			opening of Atlantic	earliest fossil angiosperms	
144	Mesozoic	Jurassic		earliest birds	
			213	Triassic	dinosaurs dominant
248	Mesozoic	Permian	glaciation	mass extinction	
			286	Carboniferous	earliest mammals, first dinosaurs
360	Paleozoic	Devonian		mass extinction	monocot/dicot angiosperm divergence scales (keratin)
			408	Silurian	
438	Paleozoic	Ordovician		forests of vascular plants	
			505	Vendian	earliest reptiles (amniotes)
543	Proterozoic	Vendian		mass extinction	
			600	Proterozoic	earliest tetrapods and insects
1000	Proterozoic	Proterozoic	glaciation	bony fish diversity	hemoglobin duplication into $\alpha$ and $\beta$ chains neural crest
			438	Proterozoic	
2000	Proterozoic	Proterozoic	accretion of continental crust	Burgess Shale	4x increase in vertebrate DNA
			505	Proterozoic	
3000	Archean	Archean		phylogentic organization of metazoans	segmentation, Hox clusters
			438	Proterozoic	
4000	Hadean	Hadean		segmentation, Hox clusters	
			600	Proterozoic	abundant Ediacaran fossils
				red algae	major eukaryotic radiation
				earliest eukaryotes	? introns
					? chromatin
					? eukaryotic endosymbiosis
					? bacterial radiation including cyanobacteria
				? earliest fossils	
				earliest reasonable evidence for life	? earliest prokaryotes
				? origin of life	
			Earth formed		

← Multicelulares

Eucariontes unicelulares





**Multicelulares**



# Multicelularidad

- ✓ Incremento en tamaño corporal
- ✓ Diversificación y especialización celular
- ✓ Origen a nuevos tipos celulares
- ✓ Organización tisular



# Multicelularidad

- ✓ Organización en sistemas de órganos
- ✓ Origen de los planes corporales de cada filum
- ✓ Origen a nuevas formas de motilidad
- ✓ Origen de apéndices para el movimiento

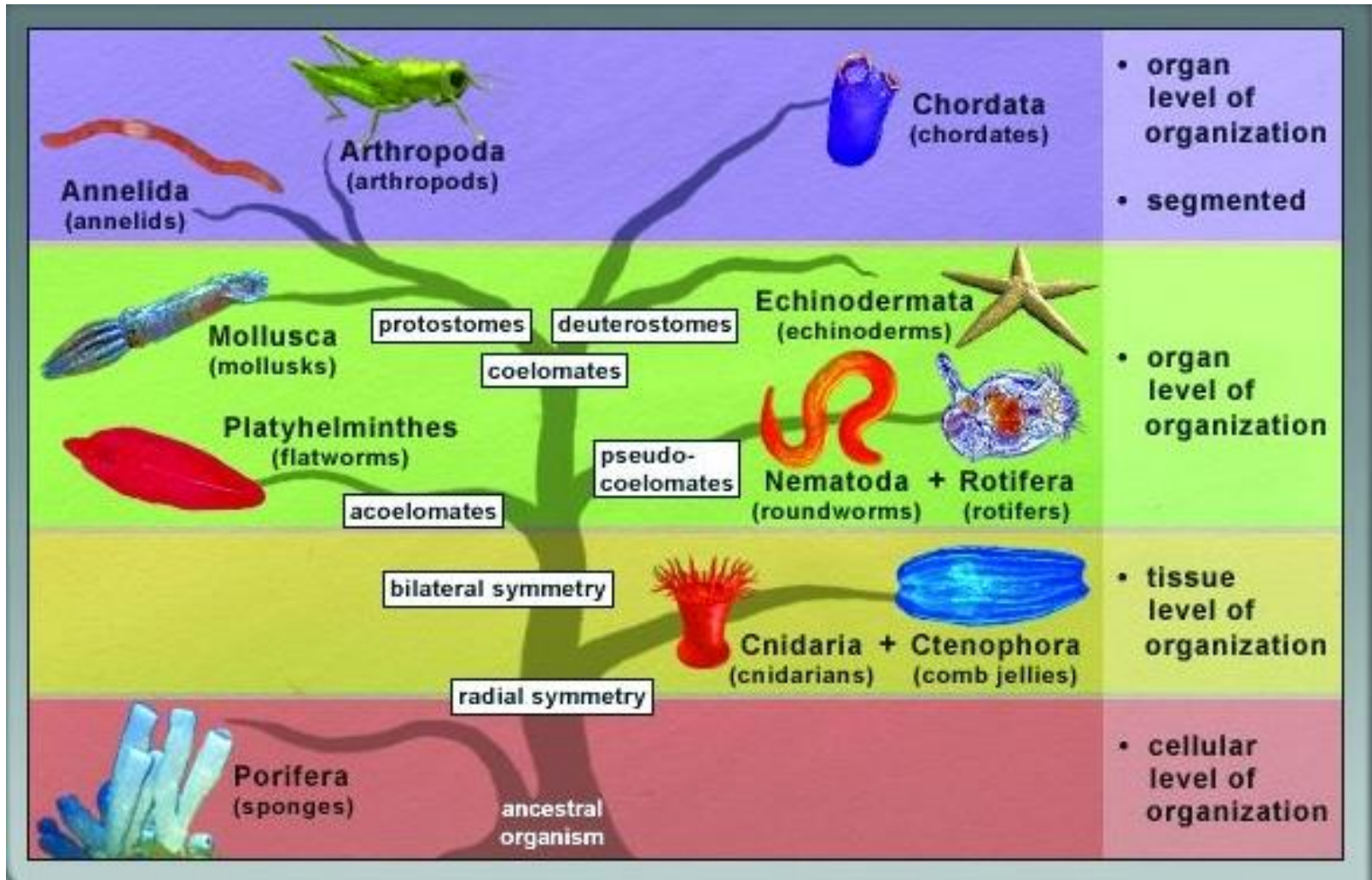


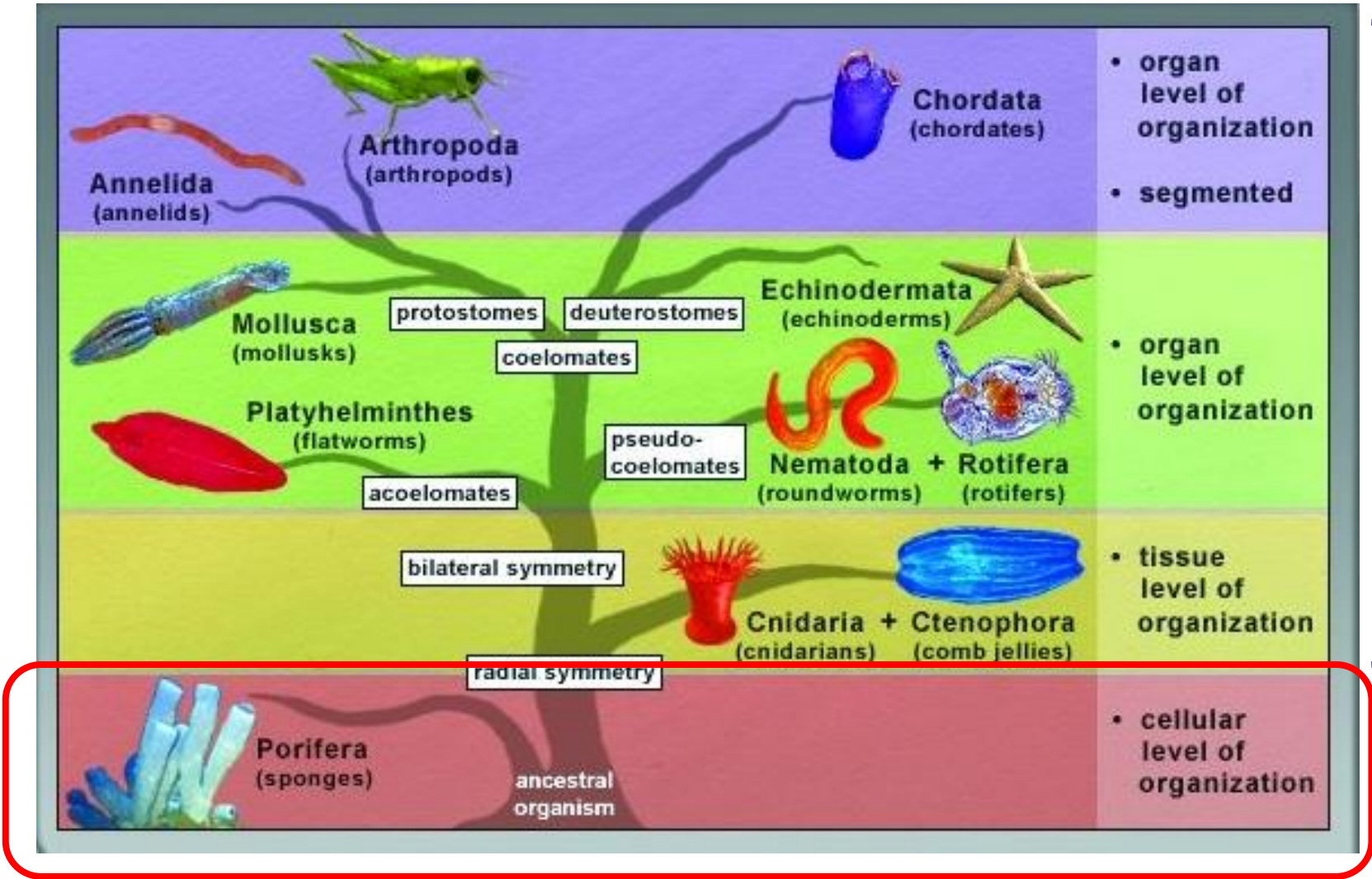
# Multicelularidad

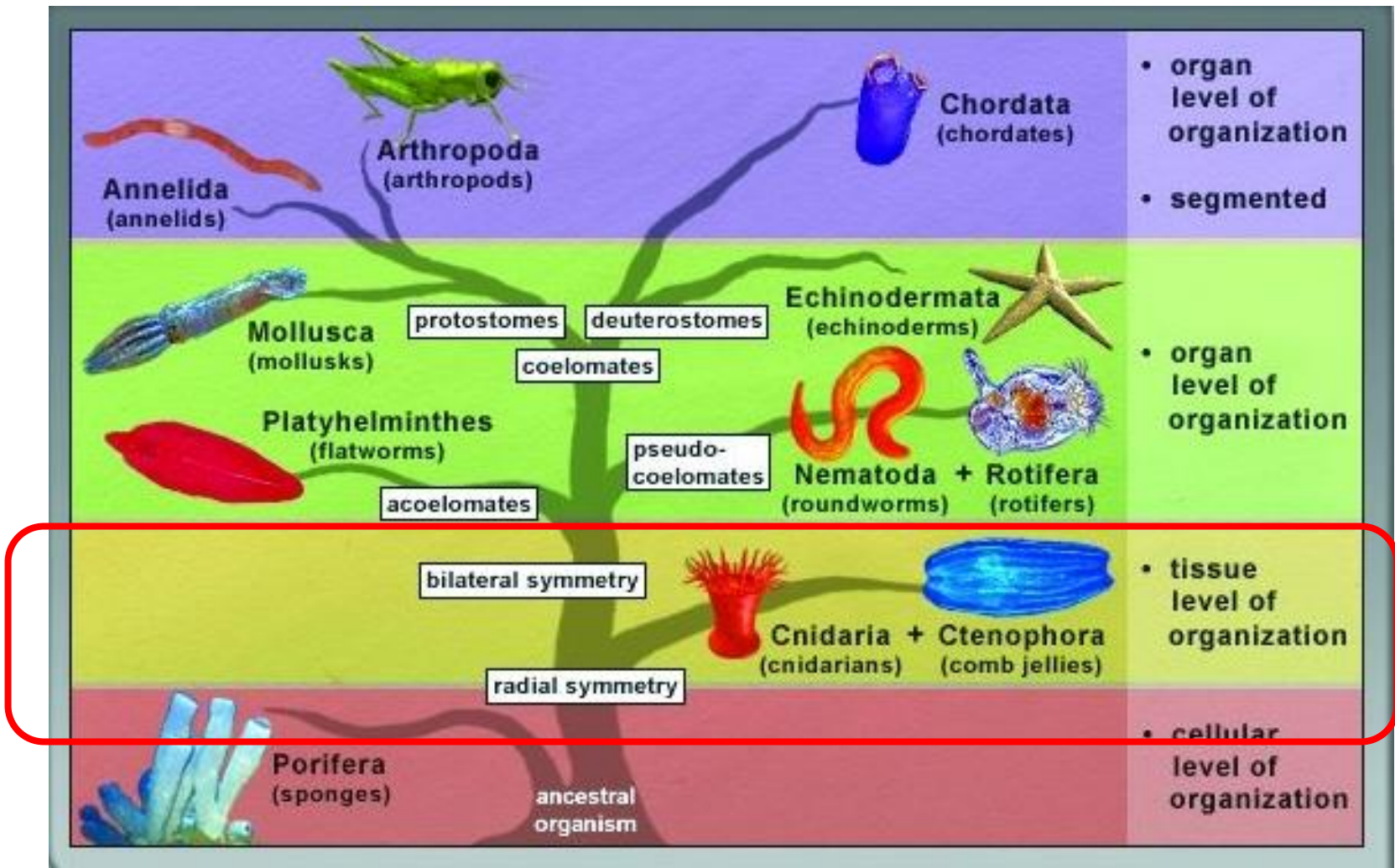
- ✓ Origen a nuevas formas de alimentación
- ✓ Origen a nuevas formas de relación con el medio
- ✓ Origen de sistemas sensores
- ✓ Origen de sistemas que controlan el comportamiento....

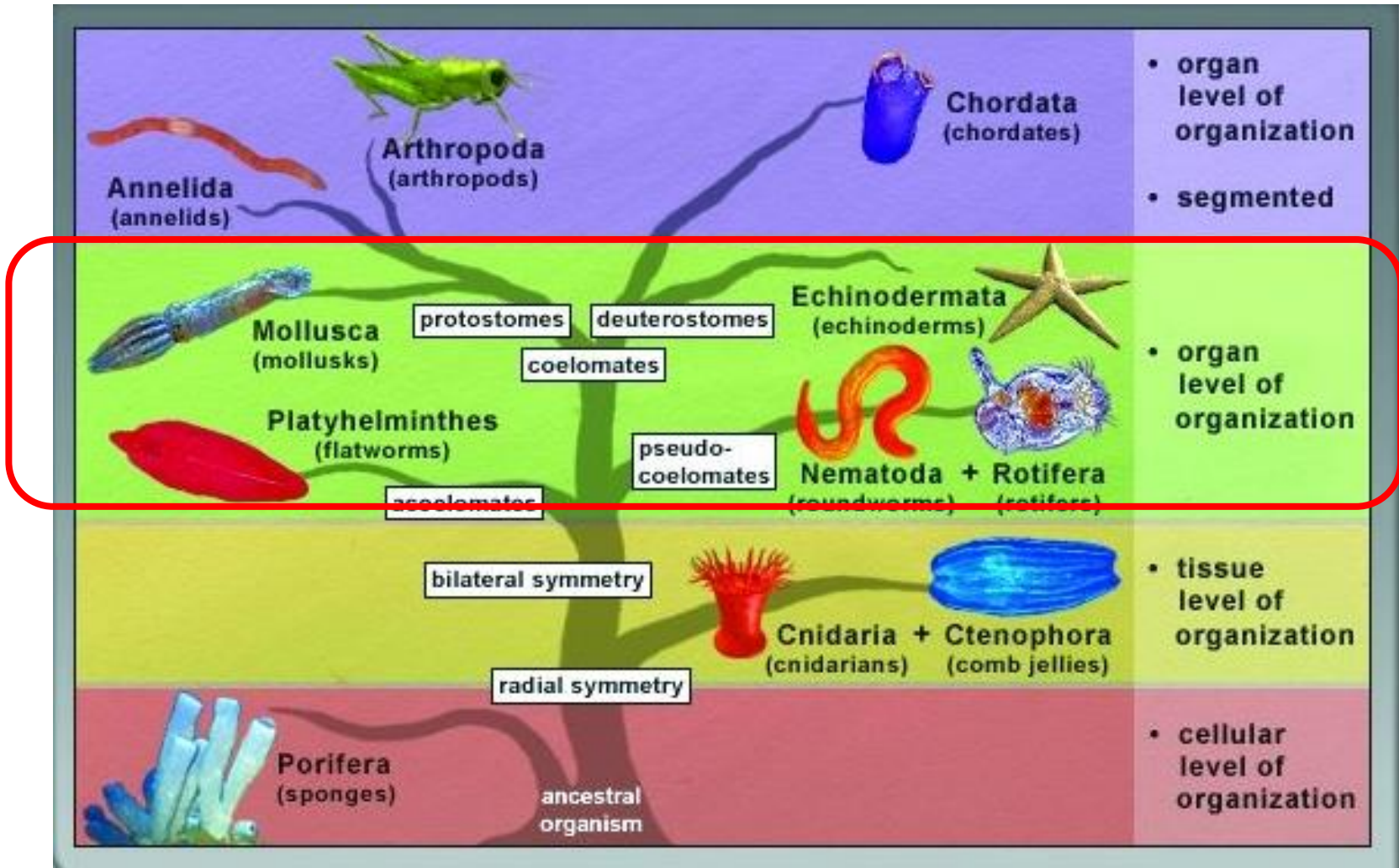


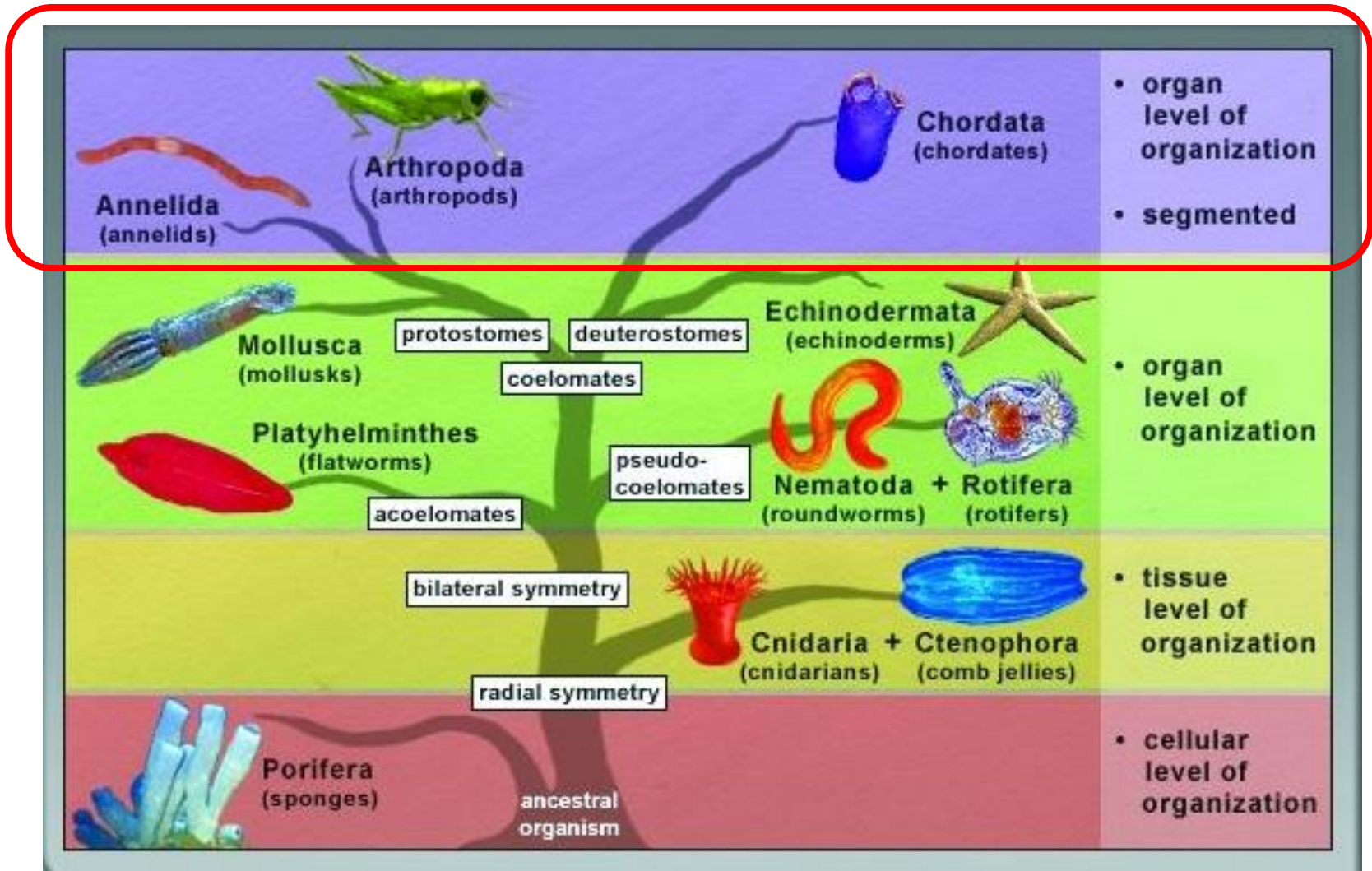


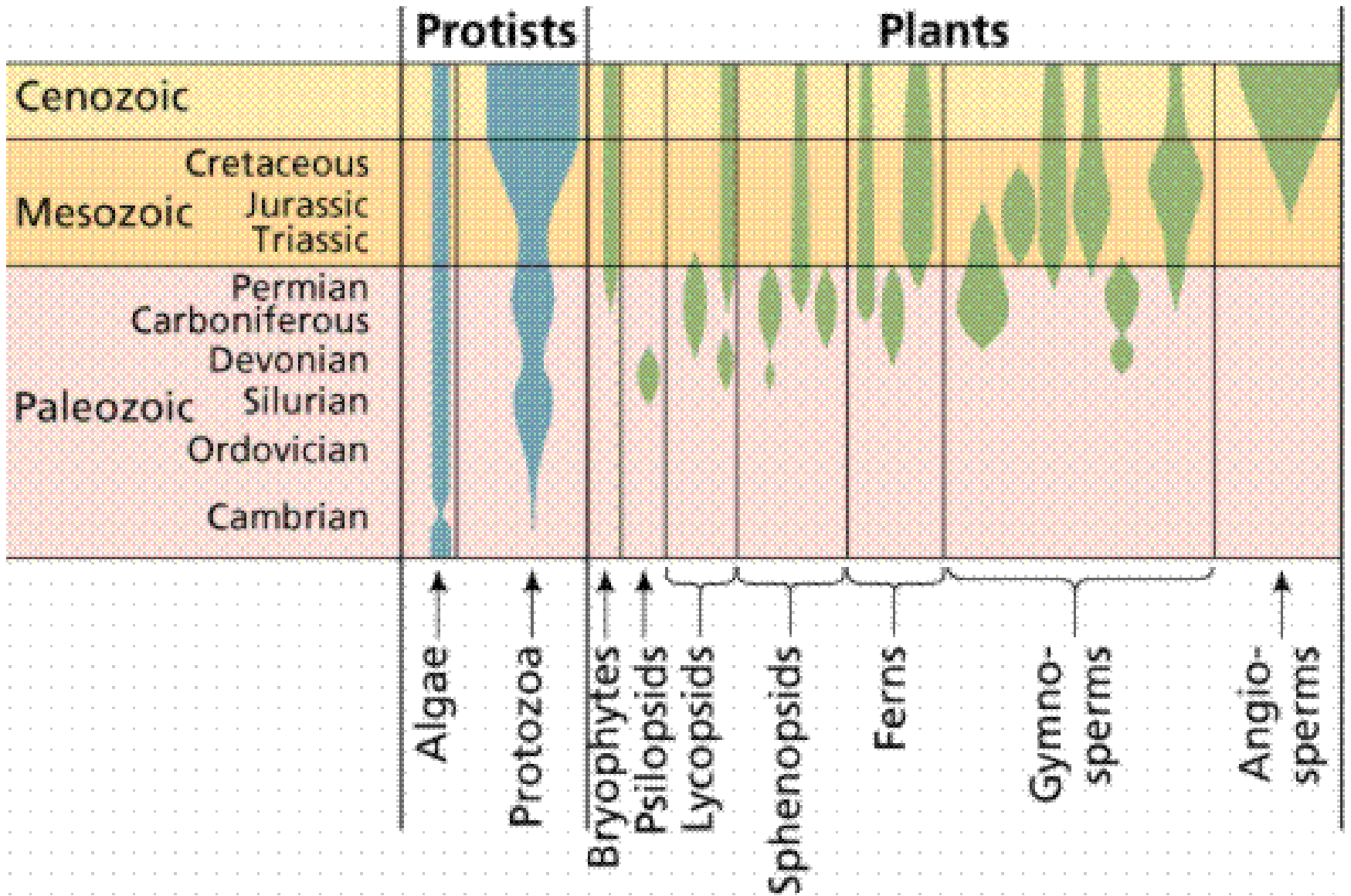


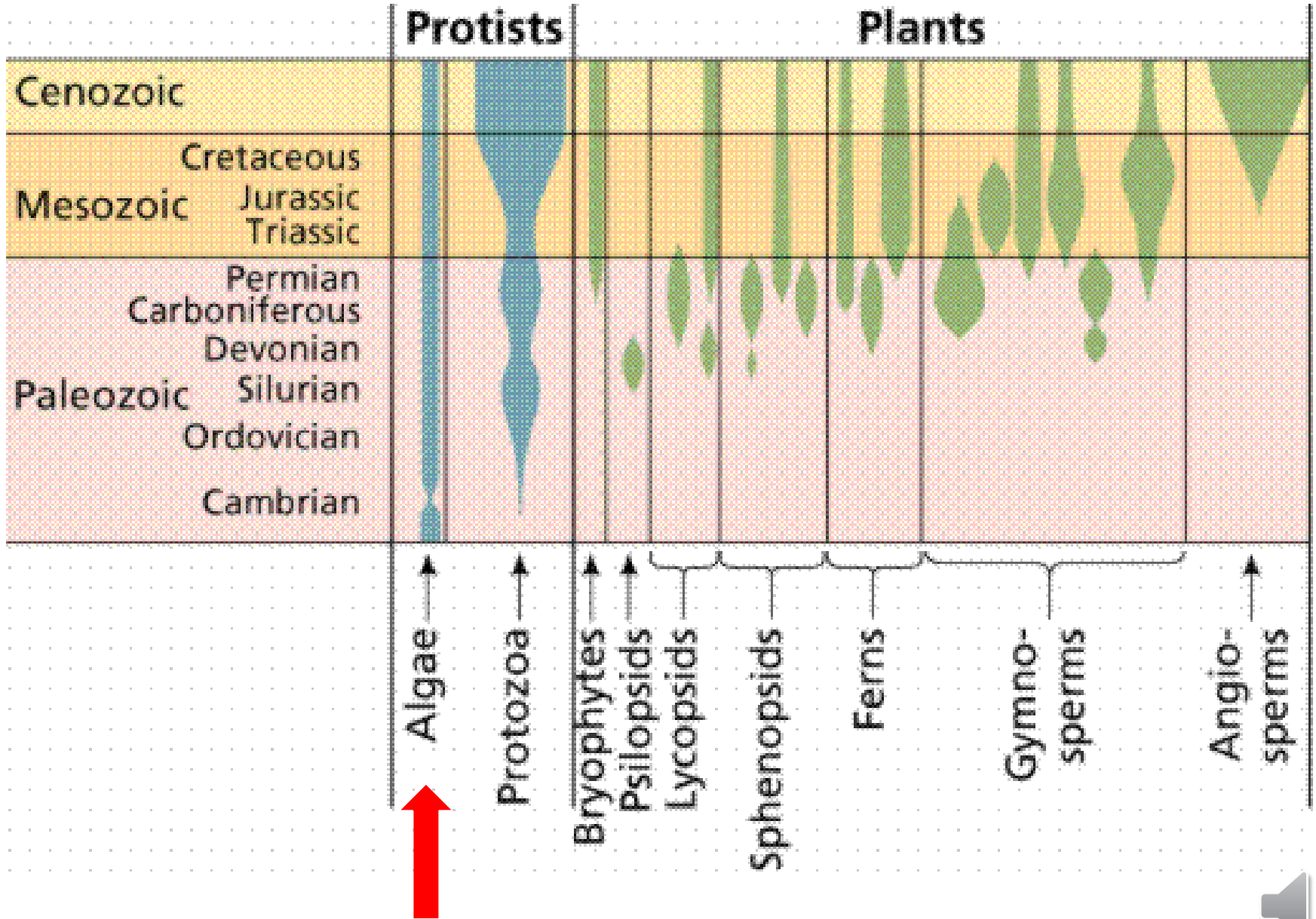


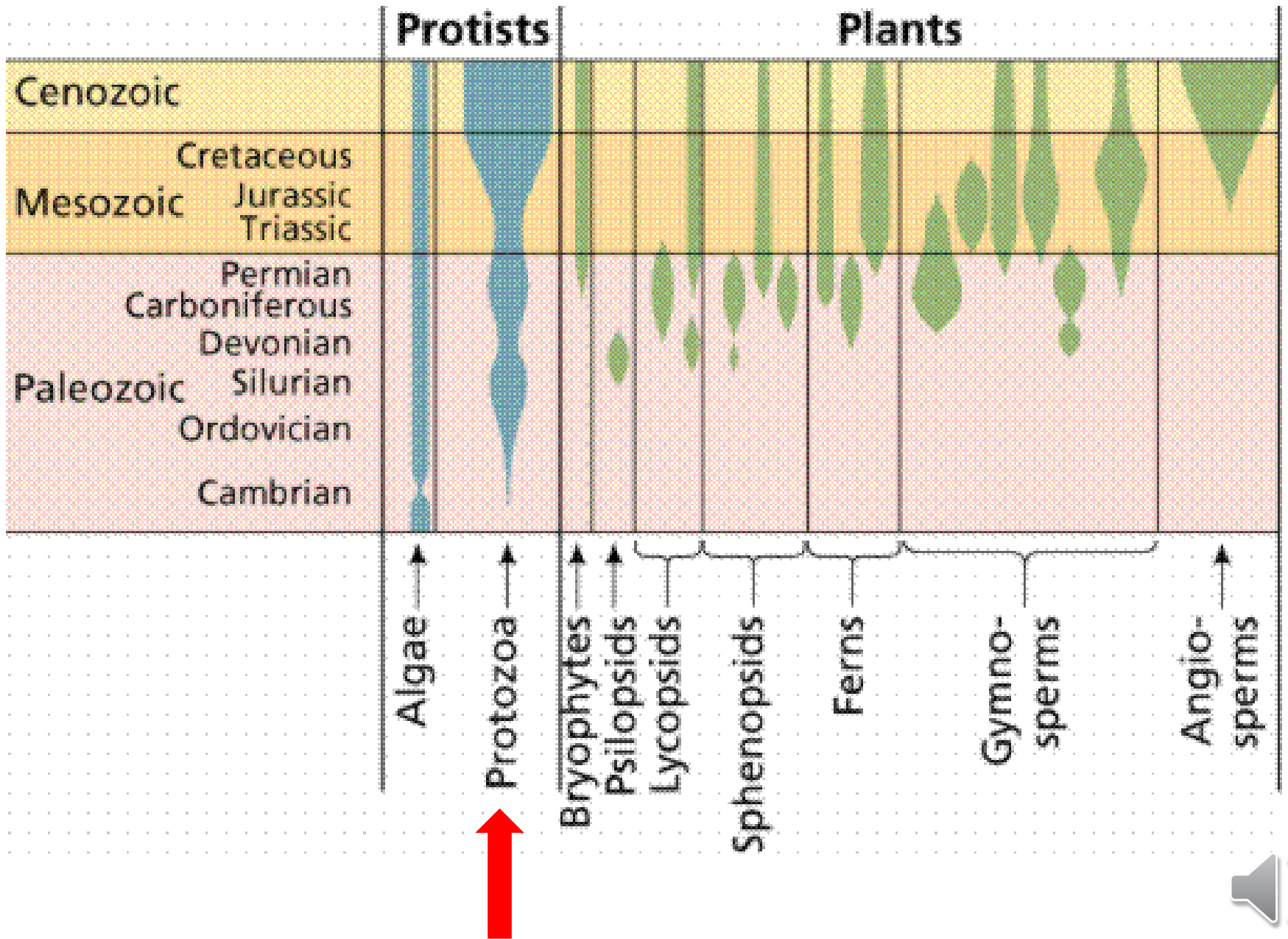




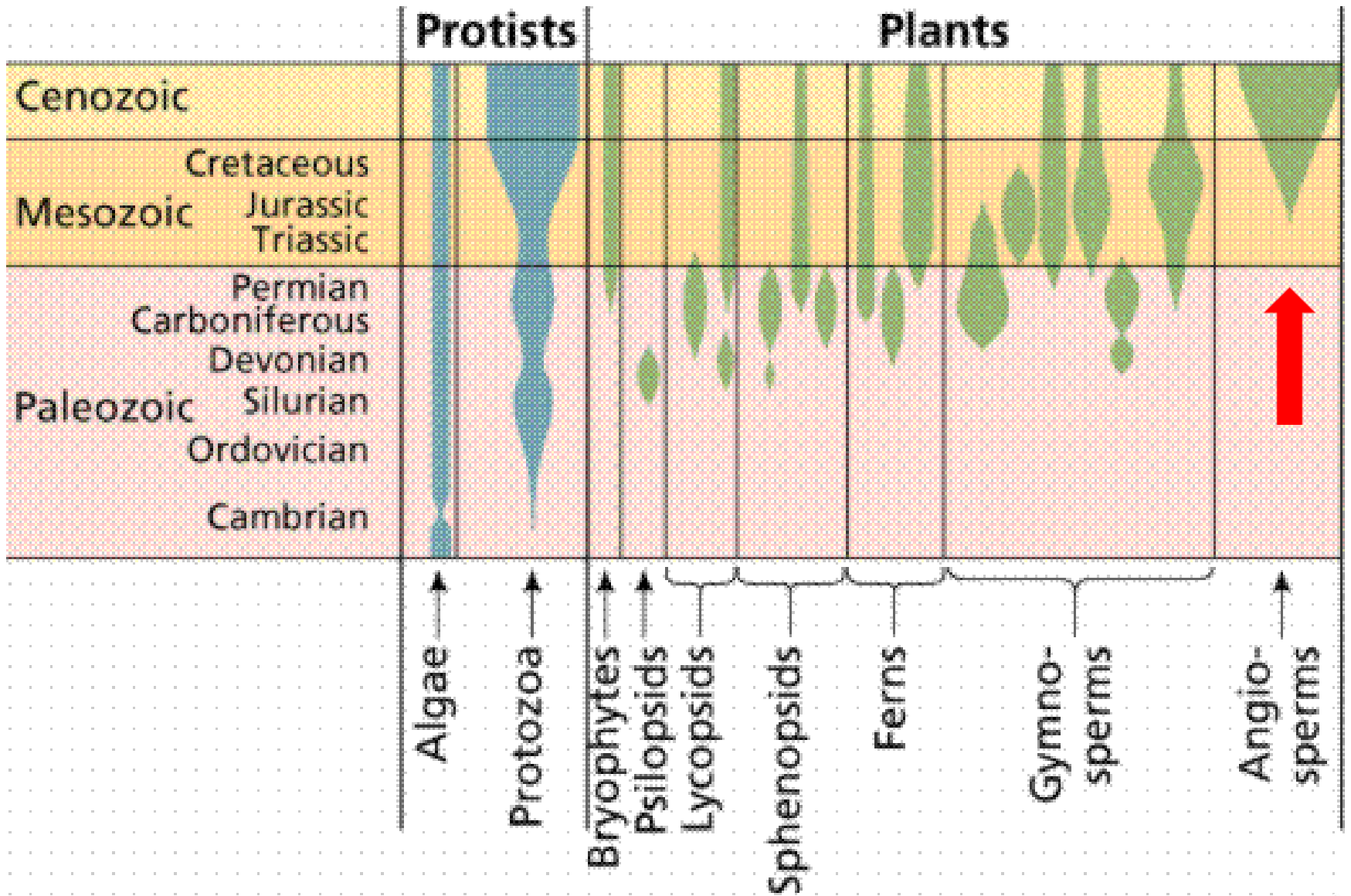


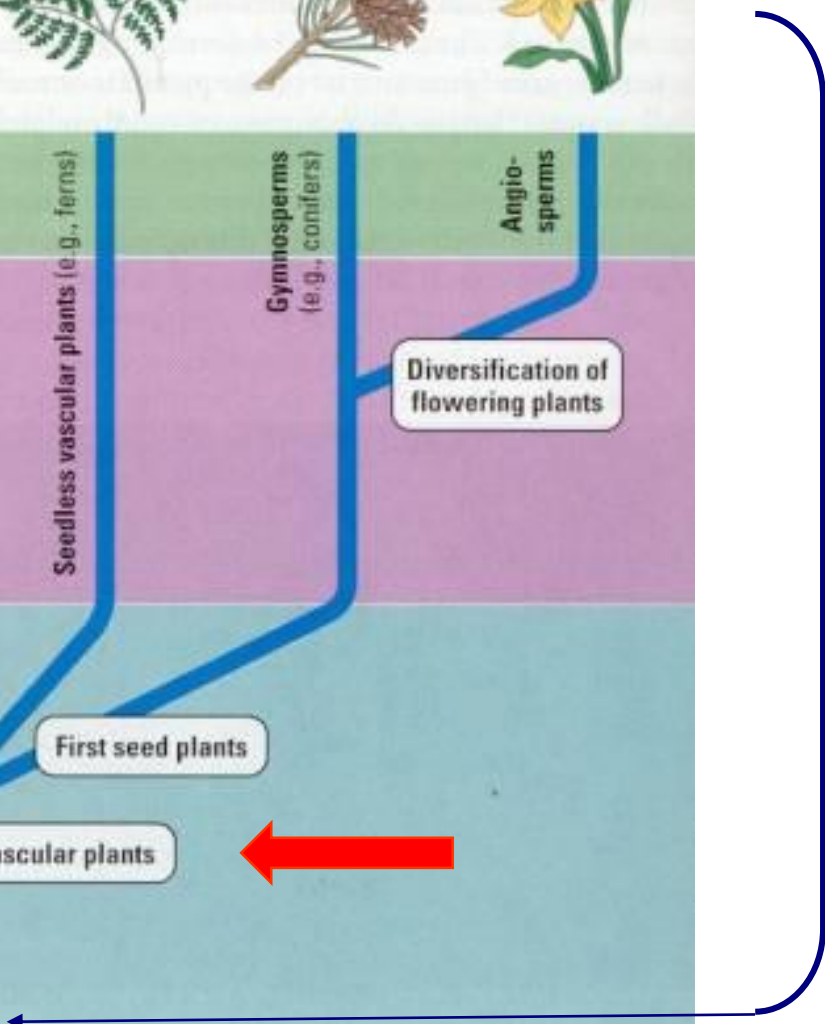
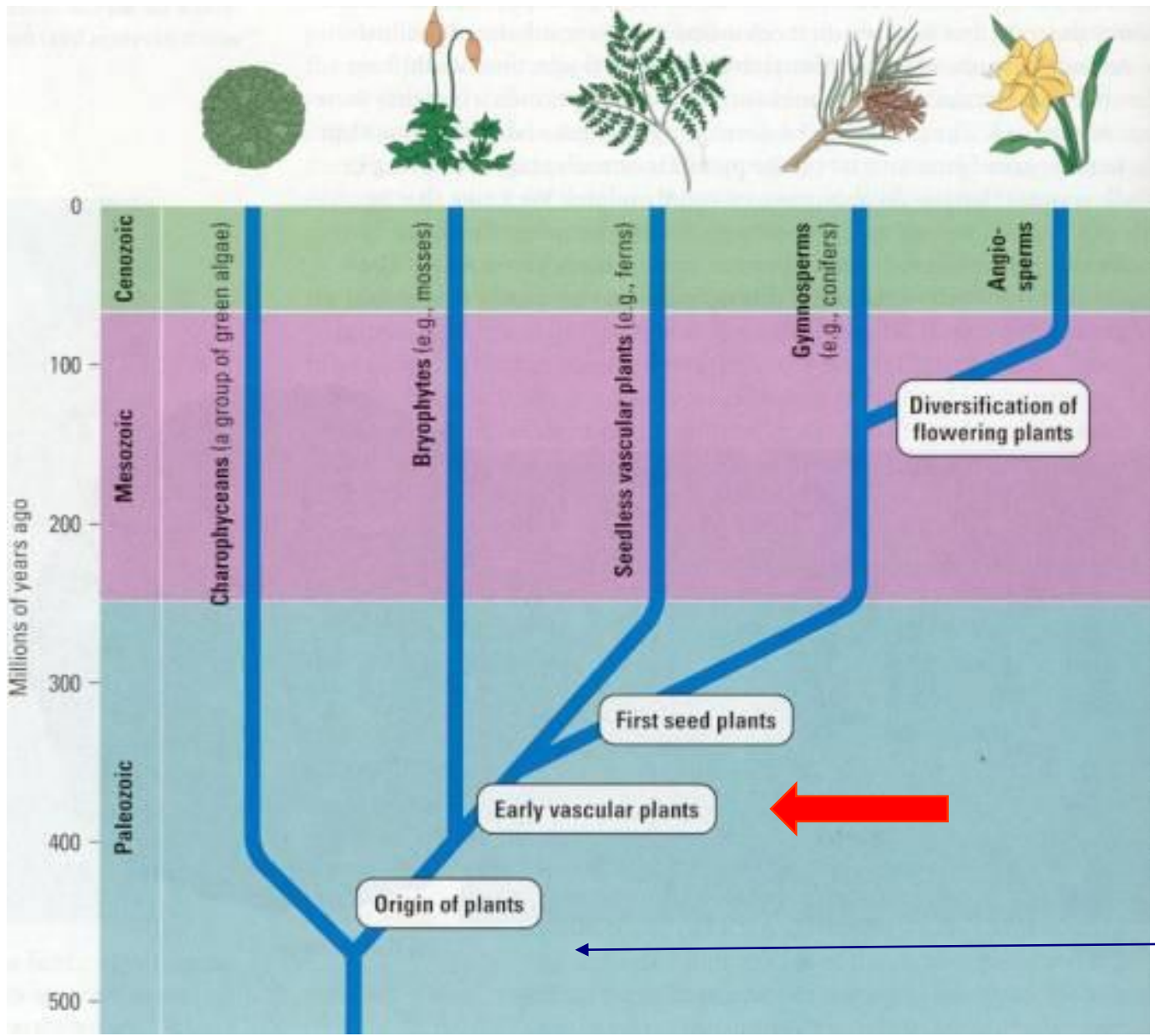


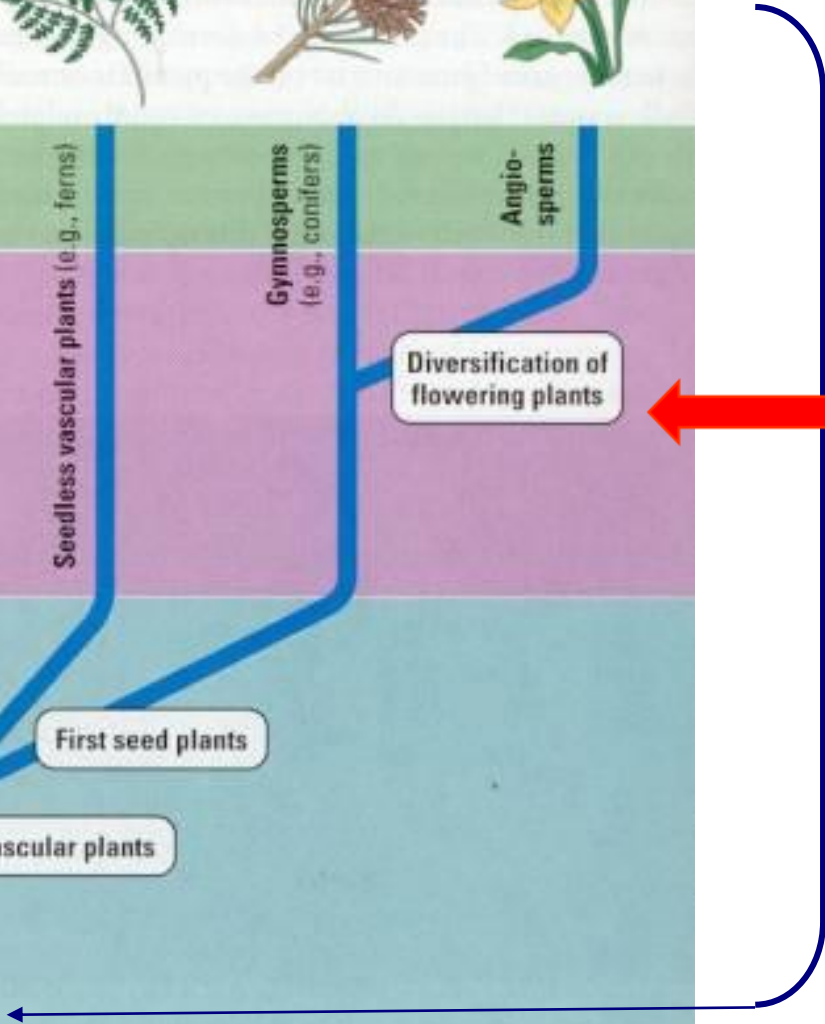
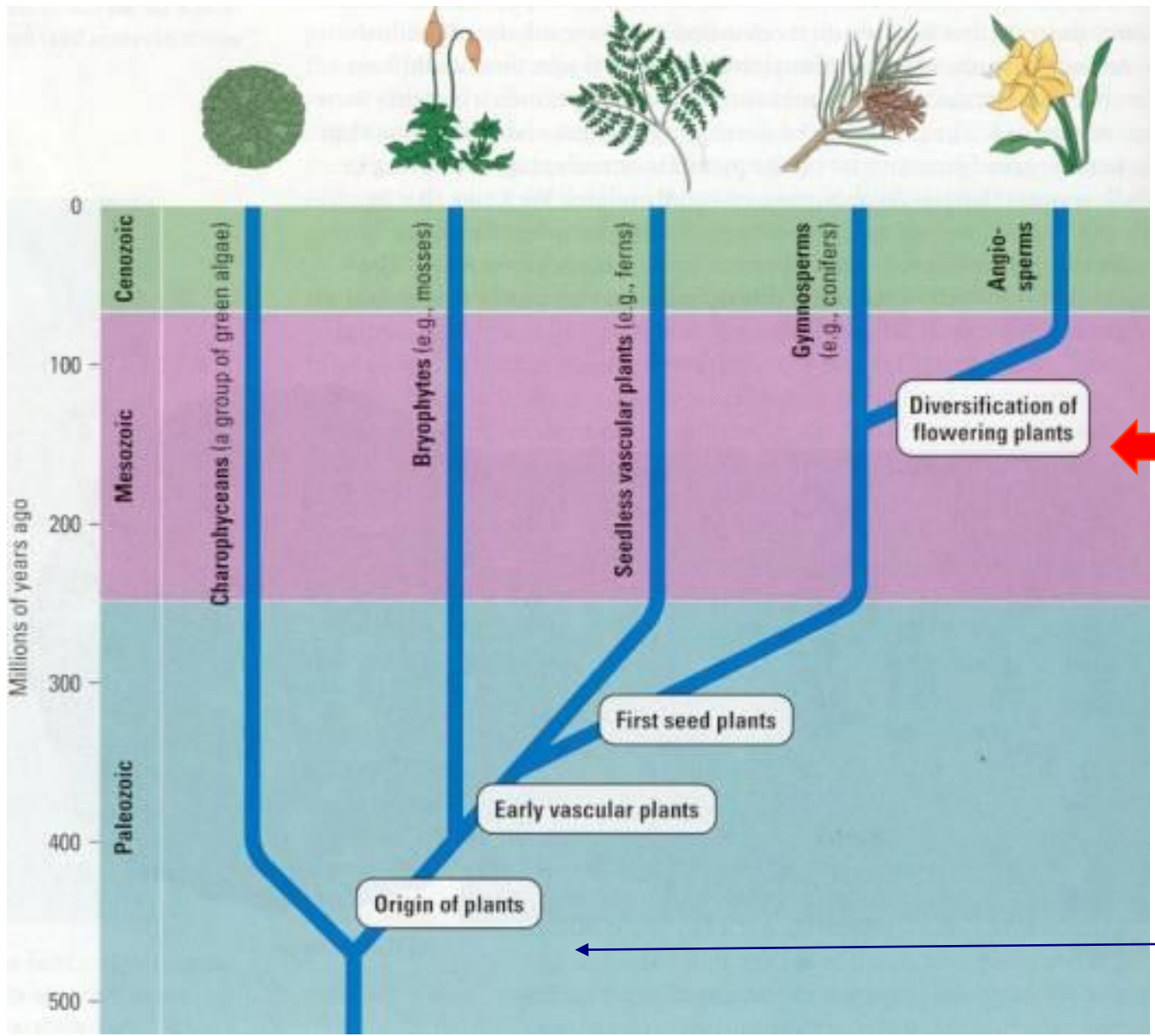


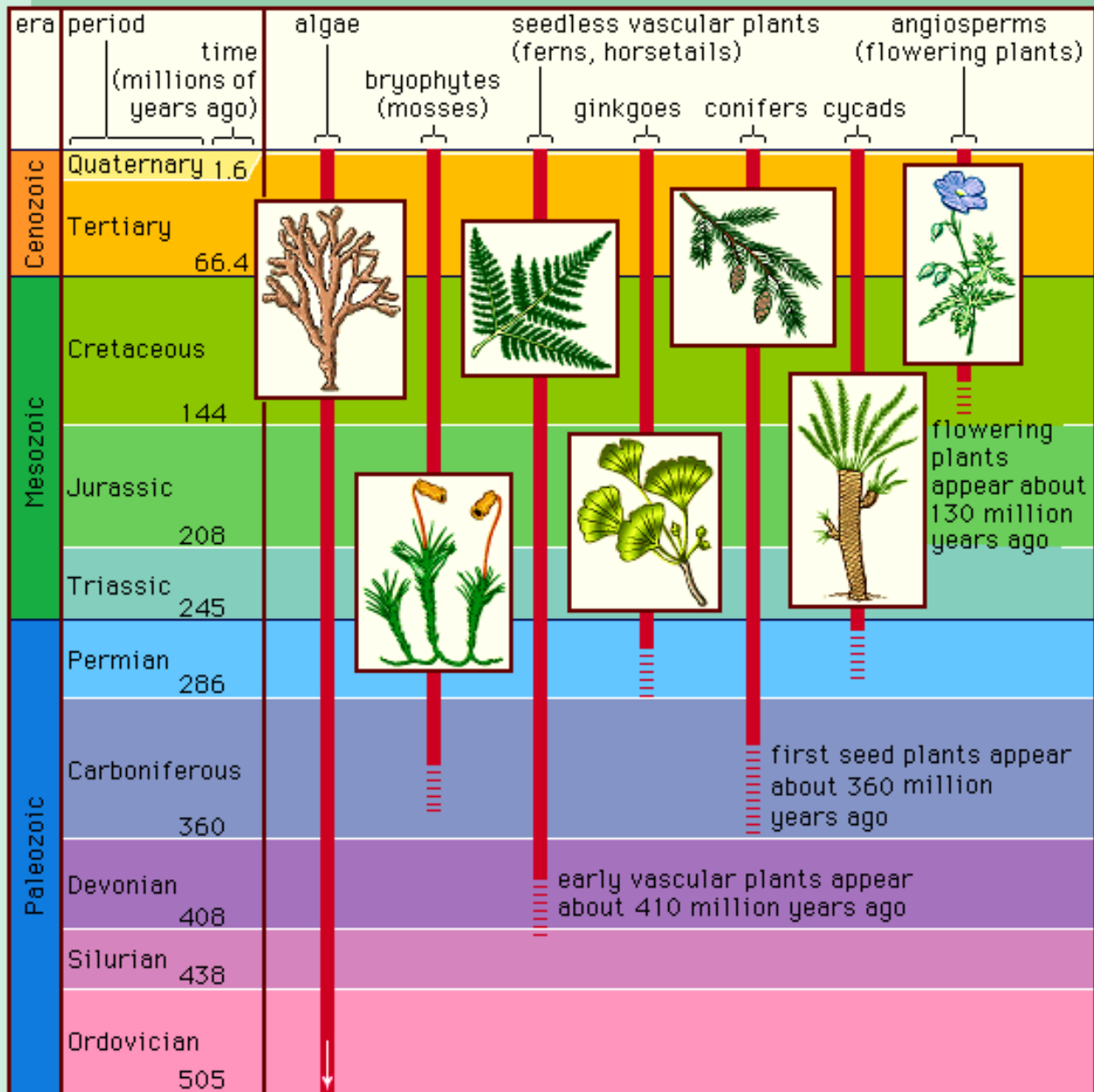


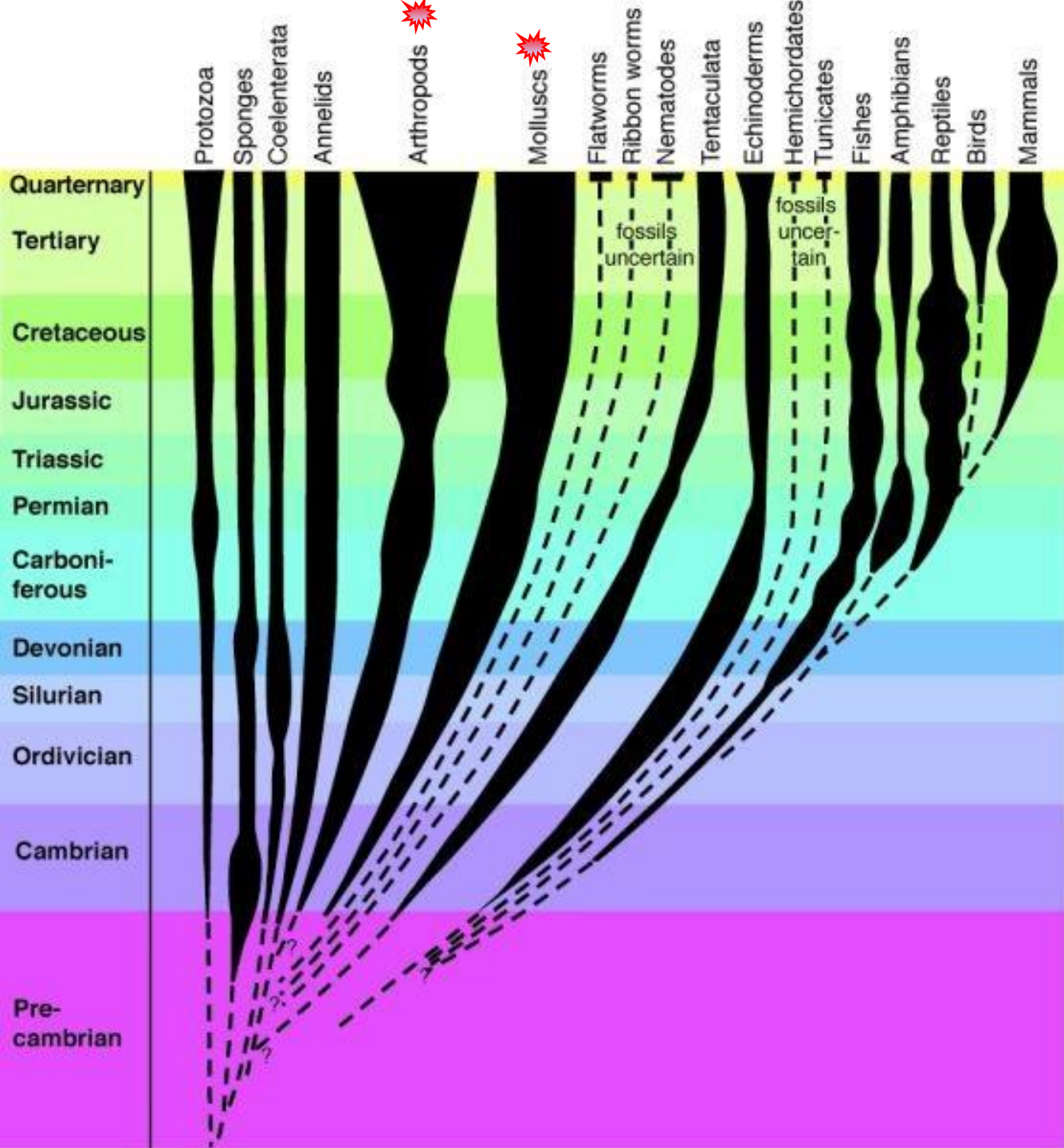


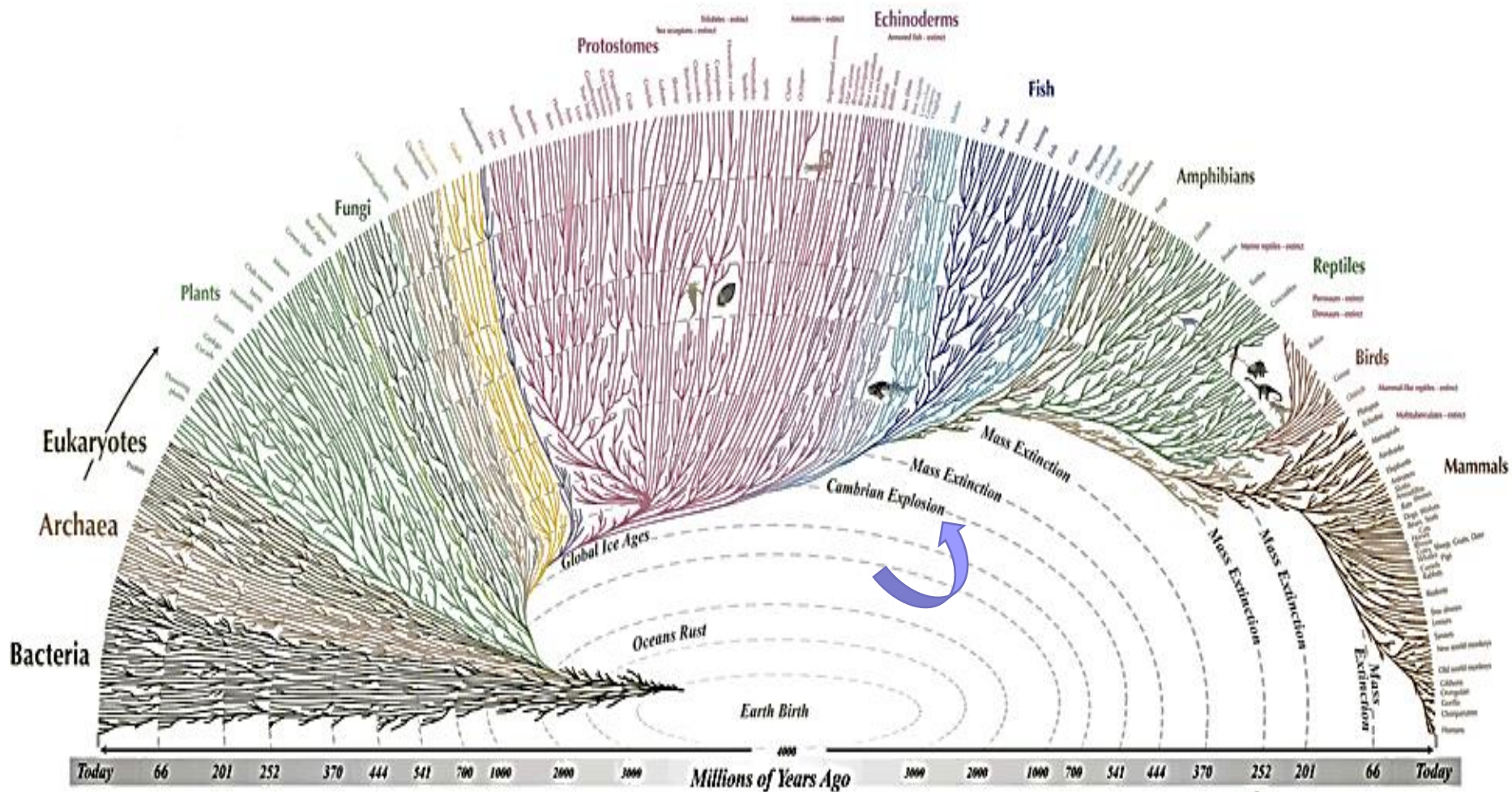












All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: Dinosaurs - extinct

© 2006, 2017 Leonard Eisenberg. All rights reserved. [evogeneao.com](http://evogeneao.com)

<https://www.evogeneao.com/en/explore/tree-of-life-explorer>



**La biología del desarrollo estudia las bases fundamentales conservativas de los mecanismos del desarrollo que producen la diversidad de los organismos multicelulares**



Cada uno de los 35 fila de metazoos modernos se distingue por un plan corporal (**bauplan**) que es conservado entre sus miembros:

## **PLAN CORPORAL FILOTÍPICO**





Mientras los 35 filos de Metazoa tienen 35 planes corporales filotípicos

**Los reinos Plantae, Fungi y los Protista multicelulares**

**tienen un solo plan corporal filotípico**



El plan filotípico surge en el organismo en el estado embrionario o larval del desarrollo

## **ESTADO FILOTÍPICO – PERIODO FILOTÍPICO**

Estado o periodo del desarrollo en el que **todos los miembros del filo son más parecidos** y desarrollan sus características morfológicas diagnósticas como grupo.

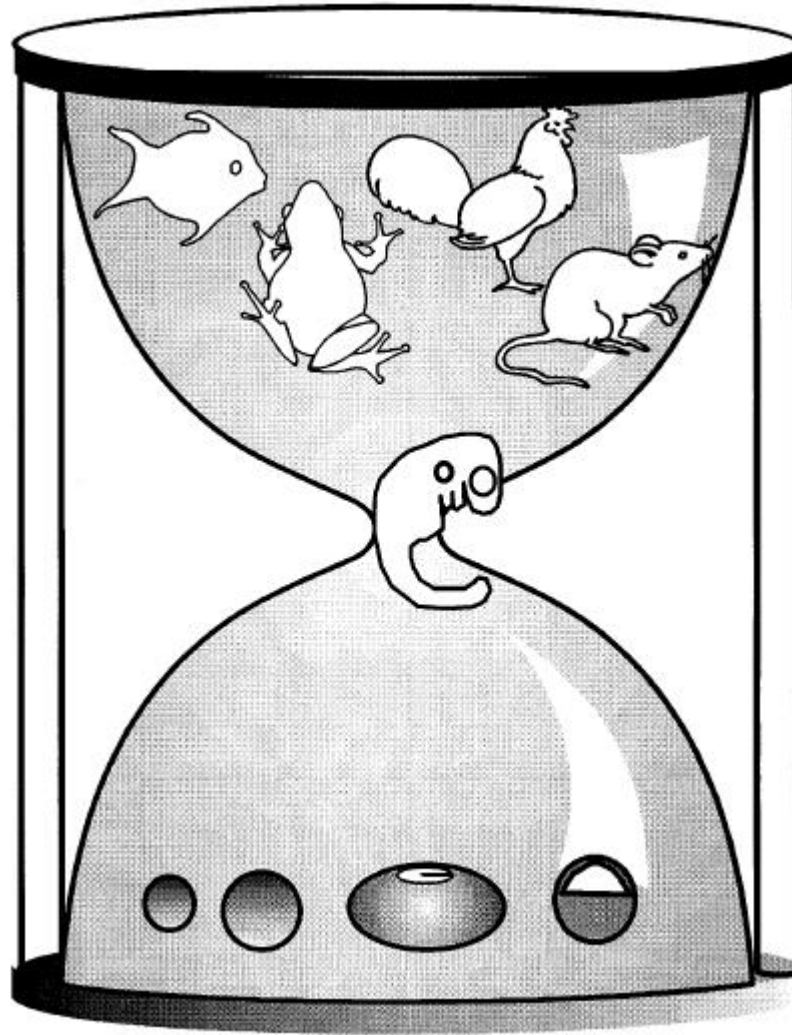


**Bauplan** (Alemán) Plan de construcción, huella.

**Conjunto de características morfológicas comunes, nuevas y originales (homólogas) de los miembros de un grupo monofilético (que comparten un ancestro común)**

Las adiciones al estado filotípico proveen los caracteres generales que llevarán a clases u órdenes.

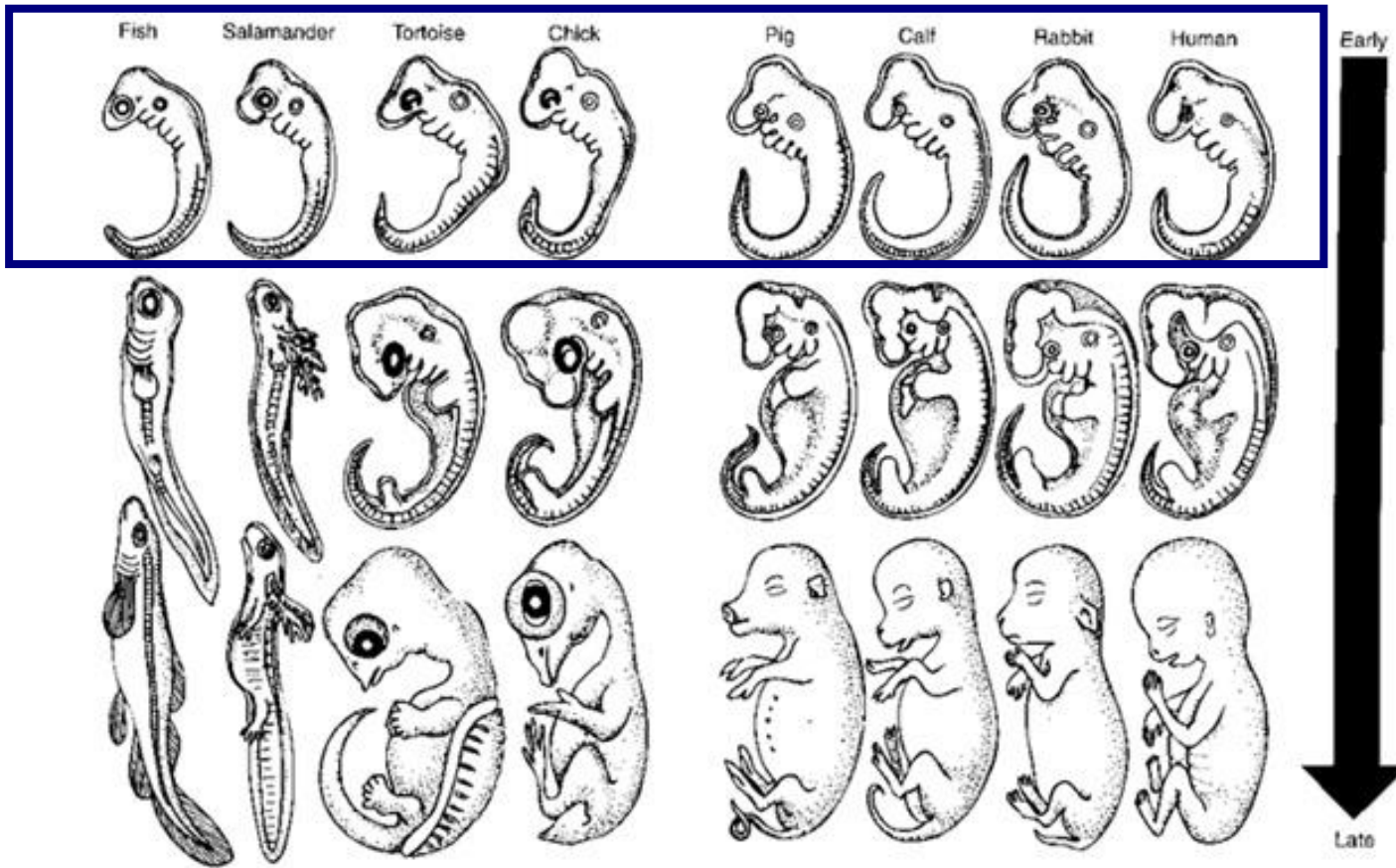




Farínula

Plan corporal de los vertebrados





Faringula

FIGURE 5.38 Haeckel's comparison of early embryonic stages across vertebrate groups. Eight species are shown across the figure. The youngest developmental stage of each is at the top of the figure followed by two successively older stages below.

After Haeckel.



El estado de **banda germinal segmentada** es el estado filotípico de los artrópodos



La larva **nauplius** de los crustáceos, es el estado filotípico del grupo:

Todos los crustáceos desarrollan un estado "naupliar"

Caracterizado por la presencia de tres pares de apéndices en la cabeza.



Qué describe el plan corporal de un filo?

La arquitectura del cuerpo: la simetría, el número de segmentos, el número de miembros, cefalización, etc.

Características morfológicas básicas de construcción del plan corporal, usualmente son los **caracteres diagnósticos del grupo**.





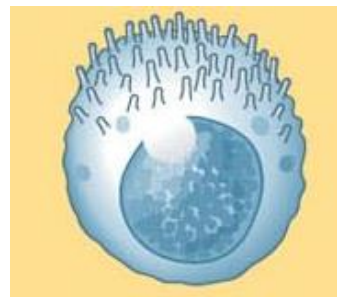
# Cuáles son las preguntas de la biología del desarrollo?

✓ Cómo la misma información genética resulta en diferentes tipos celulares:

## DIFERENCIACIÓN CELULAR



Pancreatic  
cell

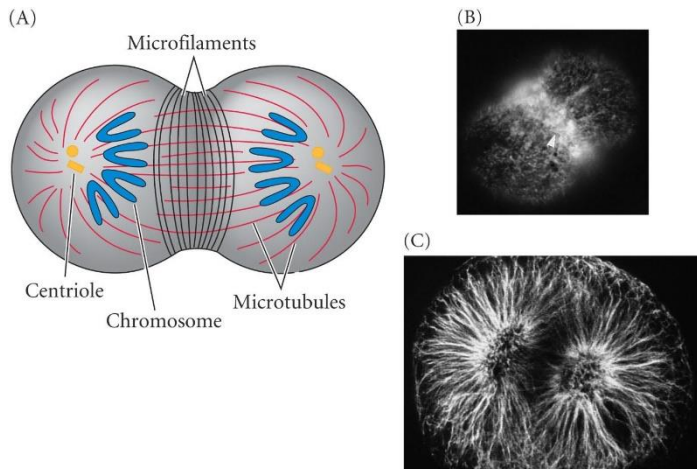
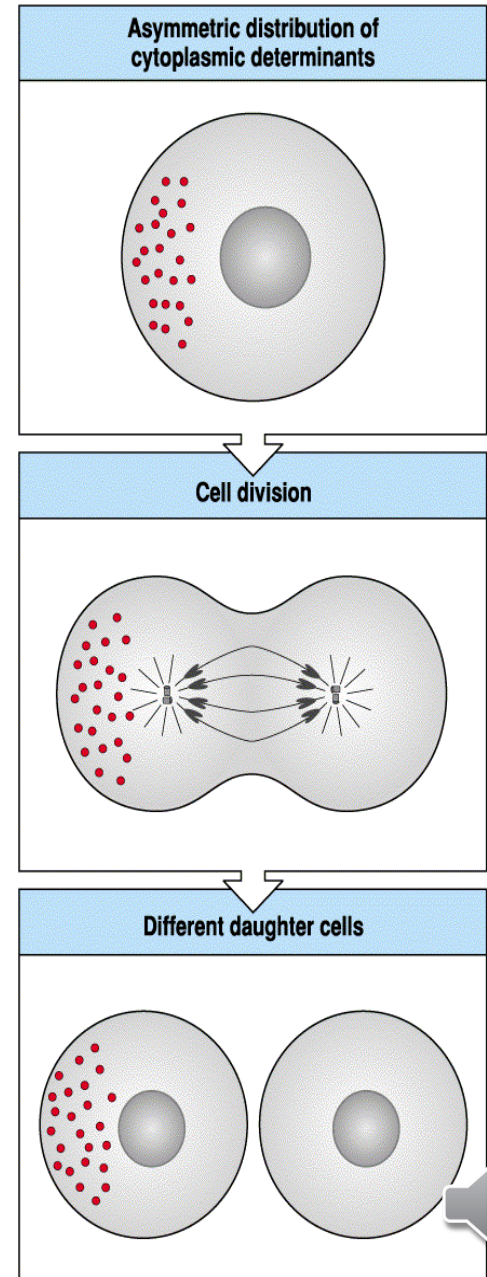


Lung  
cell



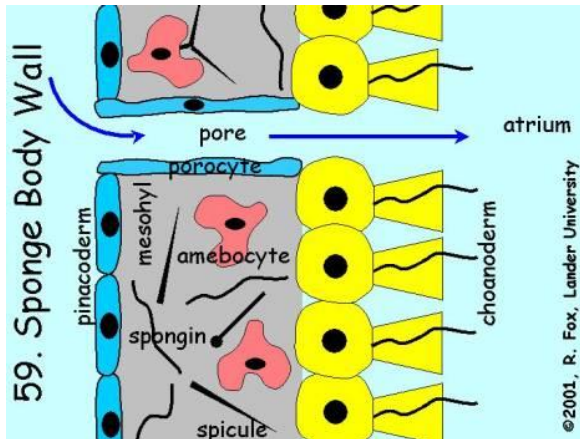
✓ Cómo se regula la división celular para originar los tejidos?

## Control de la división celular

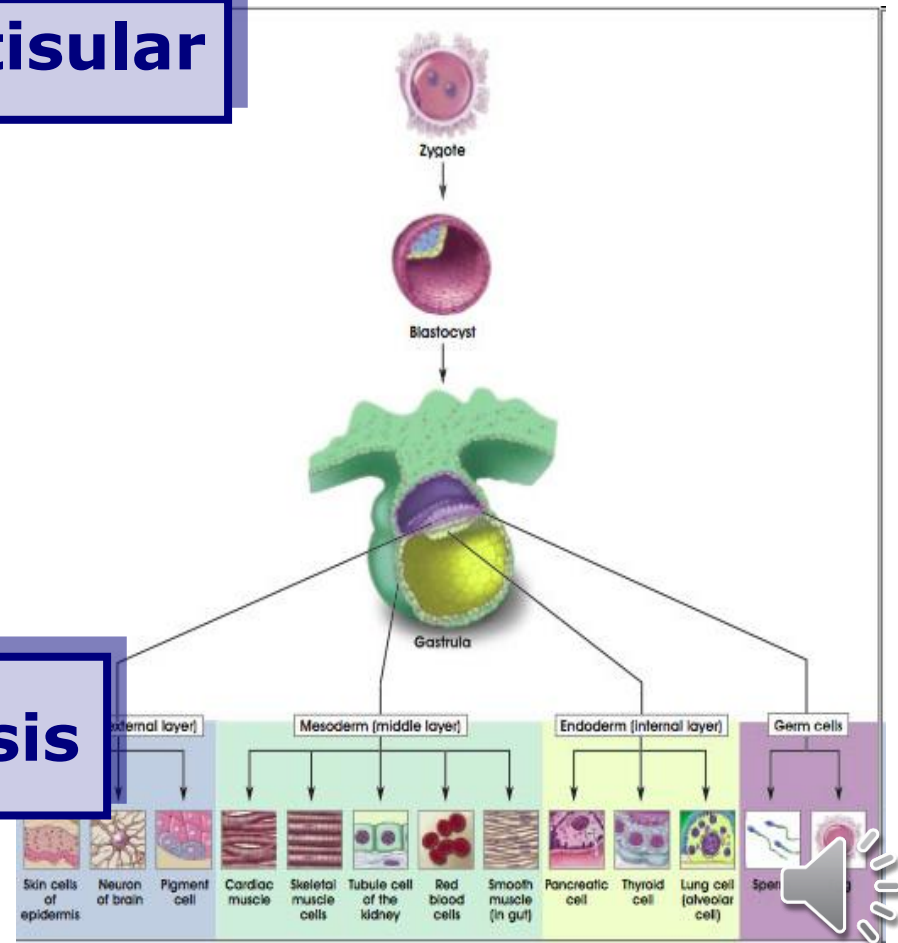


✓ Cómo las células forman estructuras ordenadas?

## Diferenciación tisular

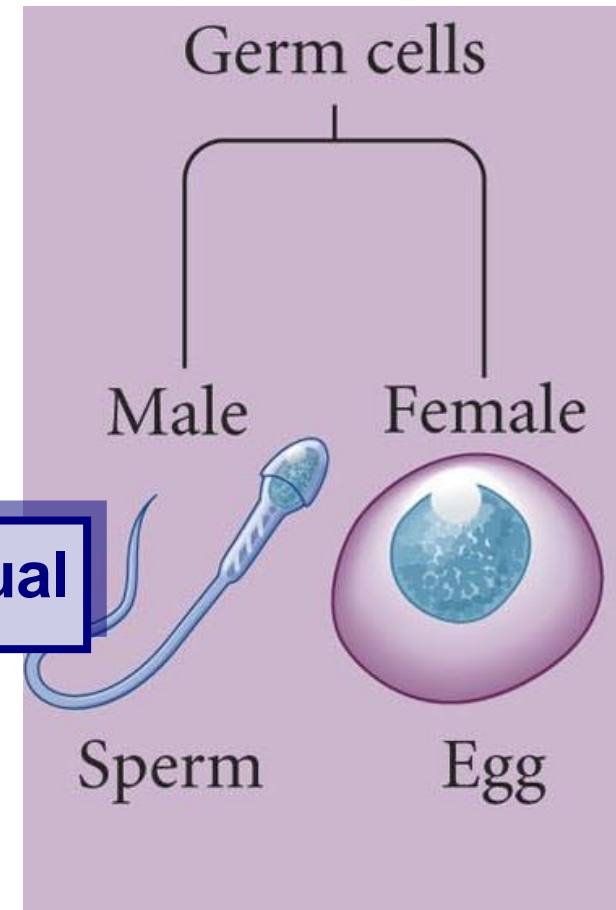


## Organogénesis



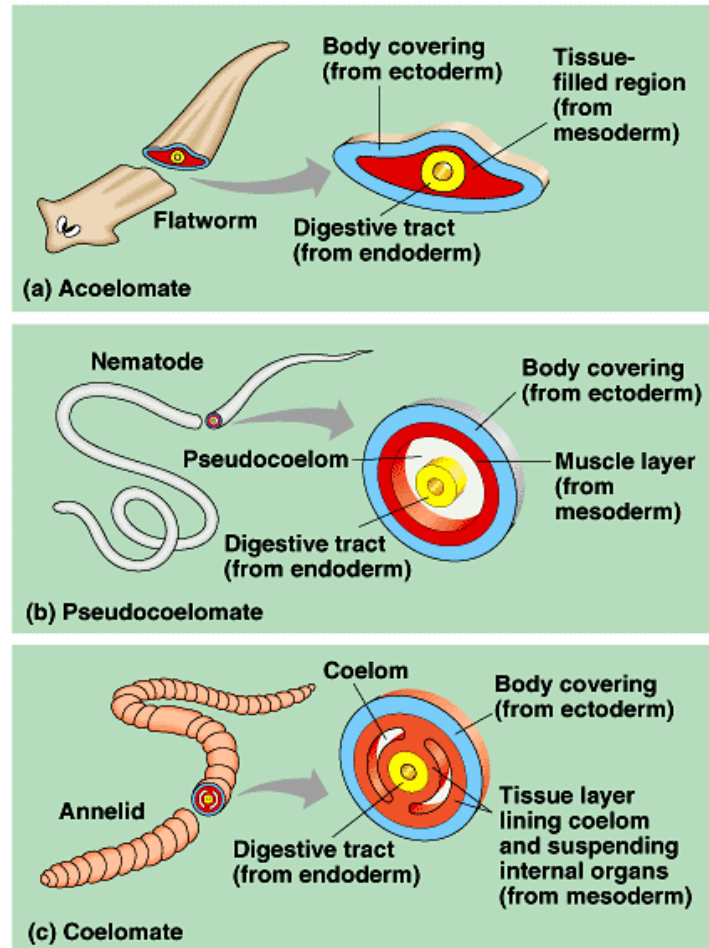
✓ Cómo se diferencian las células gaméticas y las somáticas?

**Determinación y diferenciación sexual**



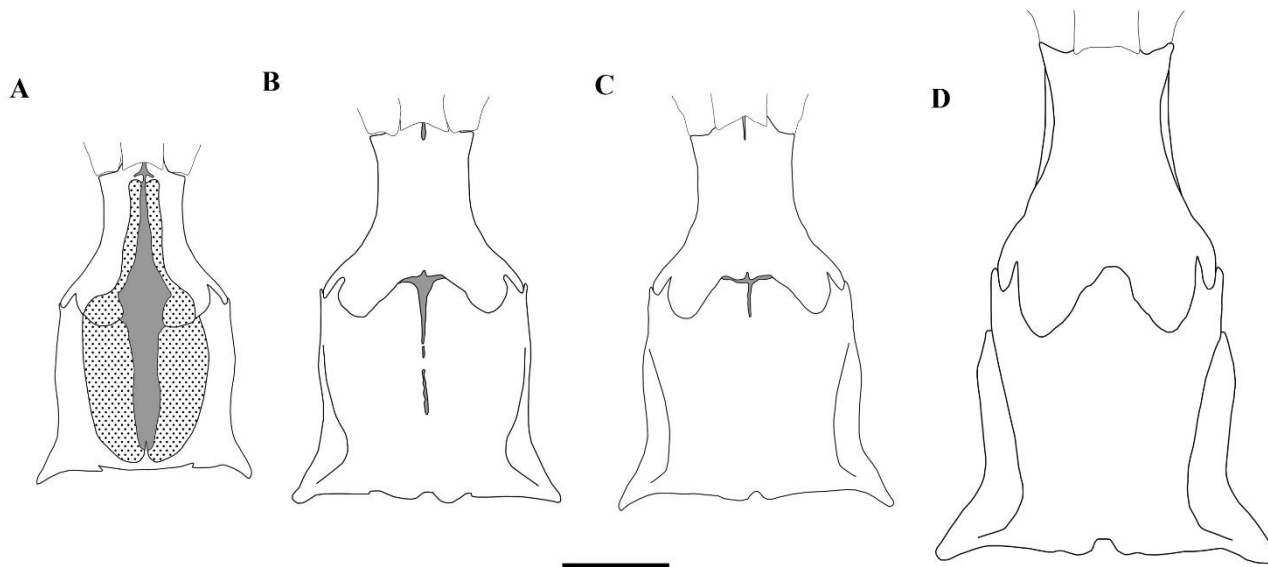
✓Cómo se configura el plan corporal?

# Morfogénesis



✓ Cómo se alcanza y modifica durante la vida de cada organismo su plan corporal?

## Ontogenia



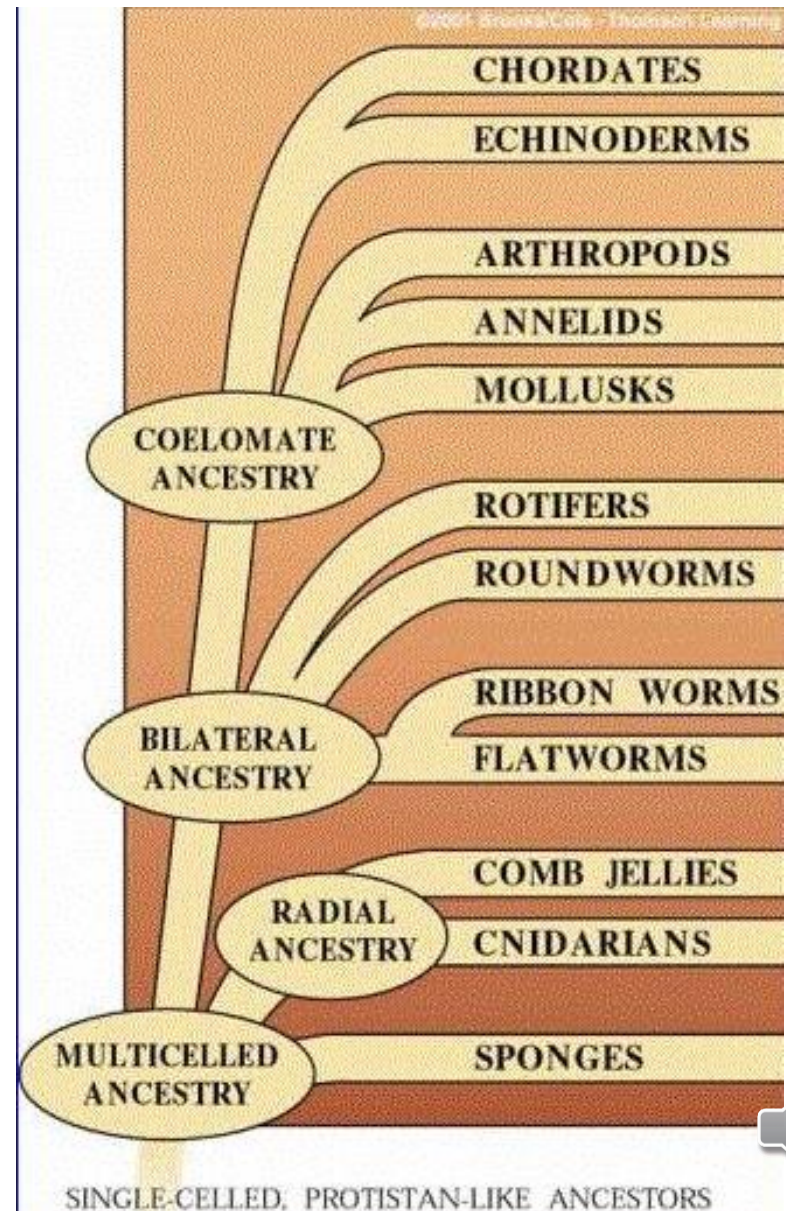
Ontogenia del techo craneal en un lagarto



Cómo han evolucionado los diferentes planes corporales a partir de un ancestro común?

Cómo los cambios en el desarrollo producen nuevas formas corporales y cuáles cambios son posibles?

## Evodevo



# Evodevo

*Los cambios en los procesos de desarrollo son responsables de la macroevolución*





# Ecoevodevo

*(ecological evolutionary developmental biology)*

La producción de un fenotipo está regulada por la expresión diferencial de genes. Los reguladores de la expresión génica no tienen por qué ser únicamente internos.

**Los factores ambientales** (p.ej. temperatura, fotoperíodo, dieta, densidad de población, presencia de depredadores) pueden producir fenotipos específicos con variaciones en el plan corporal mediante la alteración de patrones de expresión génica.



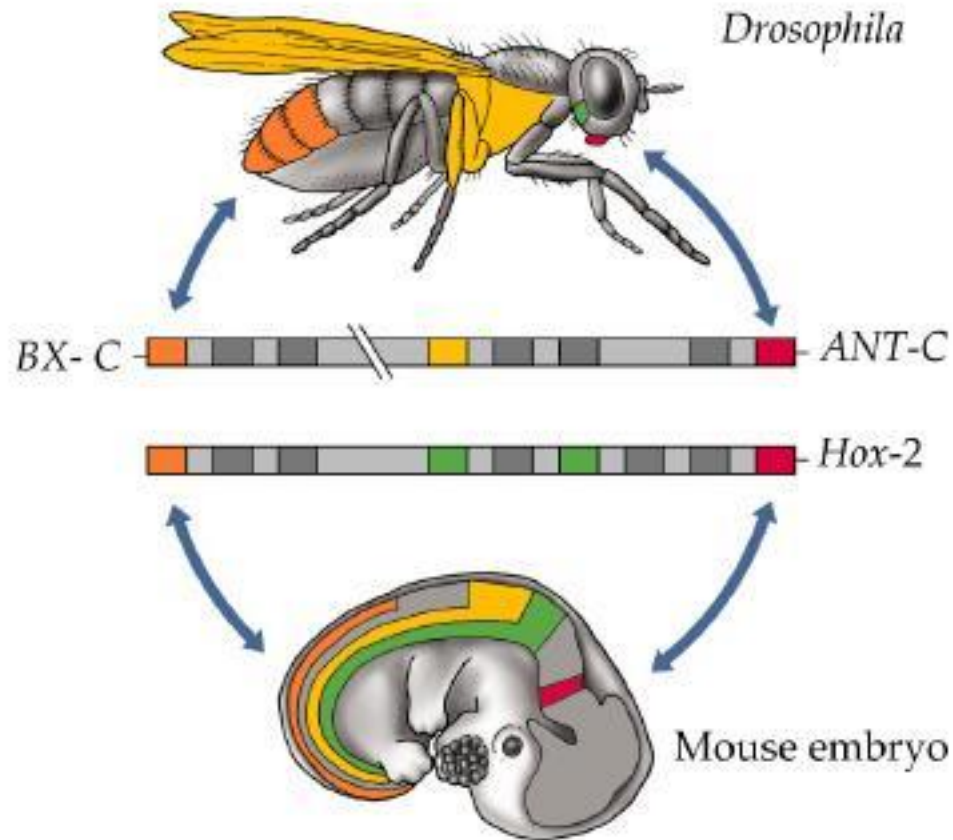
✓ Cómo los genes controlan el desarrollo de los planes corporales?

A través de cascadas de procesos en las cuales actúan genes claves

**GENES REGULADORES o MORFOGENES**



Homeobox-containing genes control development in the same order in widely differing animals.



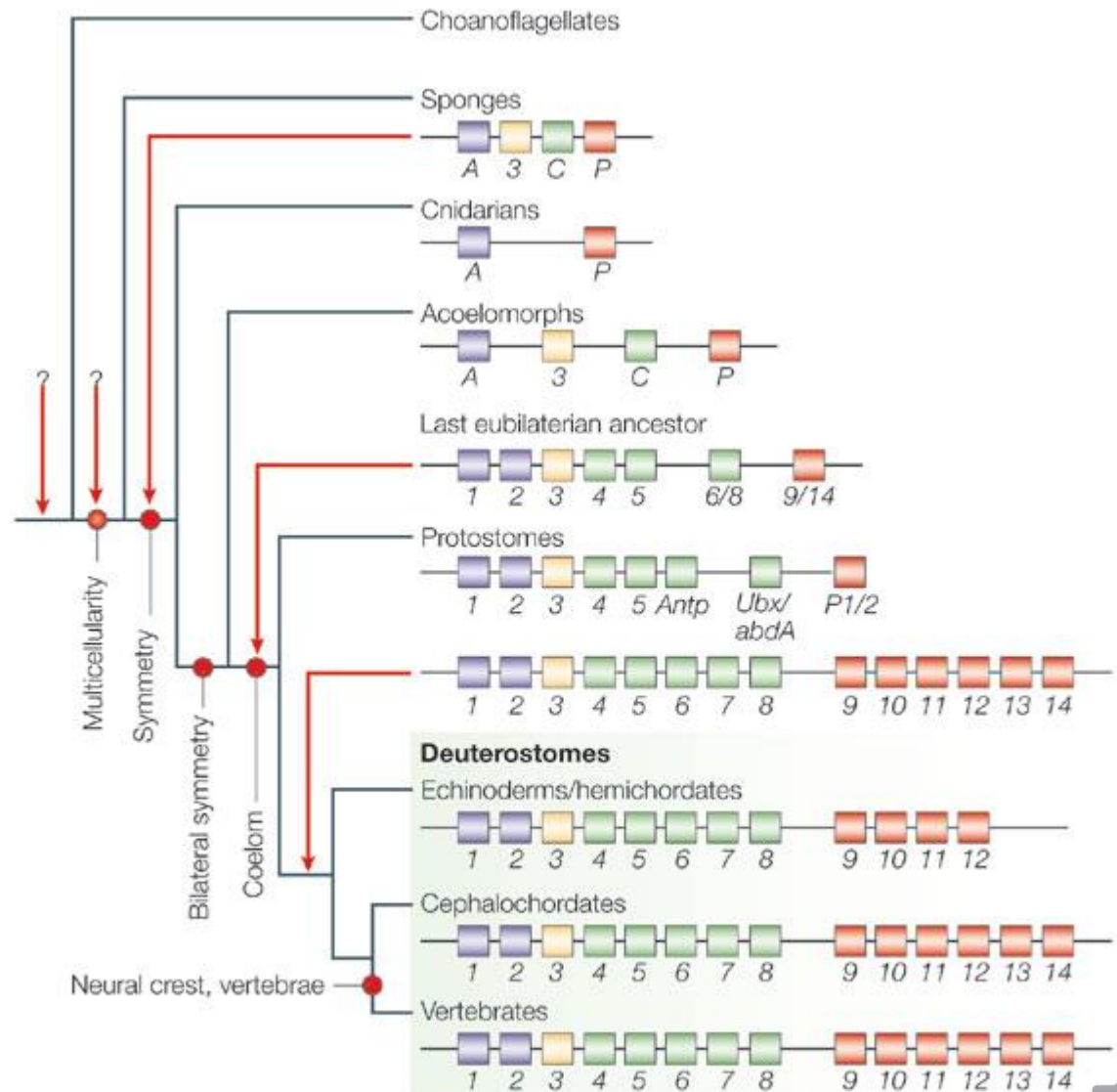
*Los genes **HOMEODOMAIN** son responsables de producir los planes corporales básicos en los organismos multicelulares*

Actúan como:

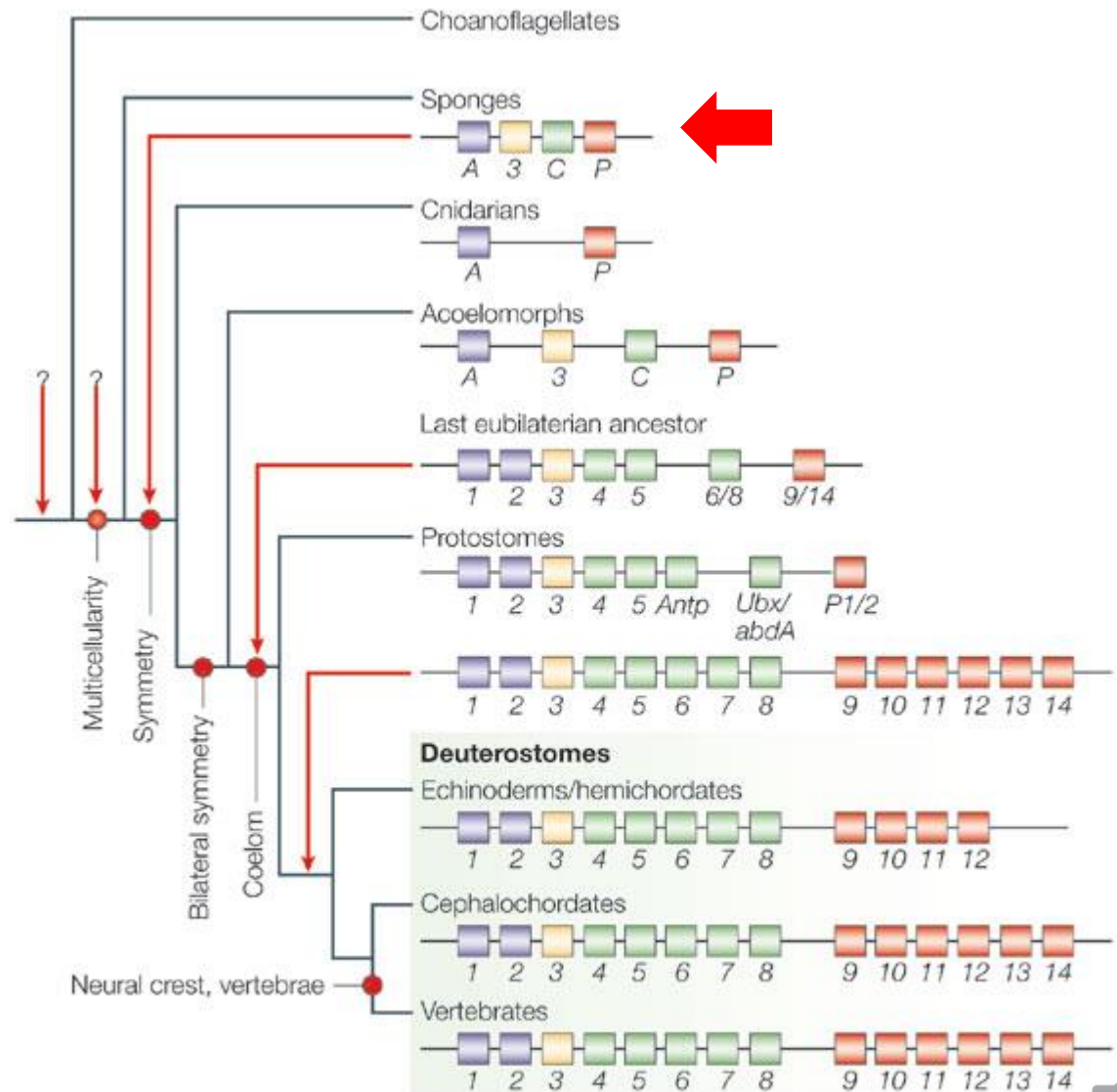
- ✓ Indicadores de posición para las células
- ✓ Activando otros genes que producen nuevos morfogenes de diferenciación tisular y celular



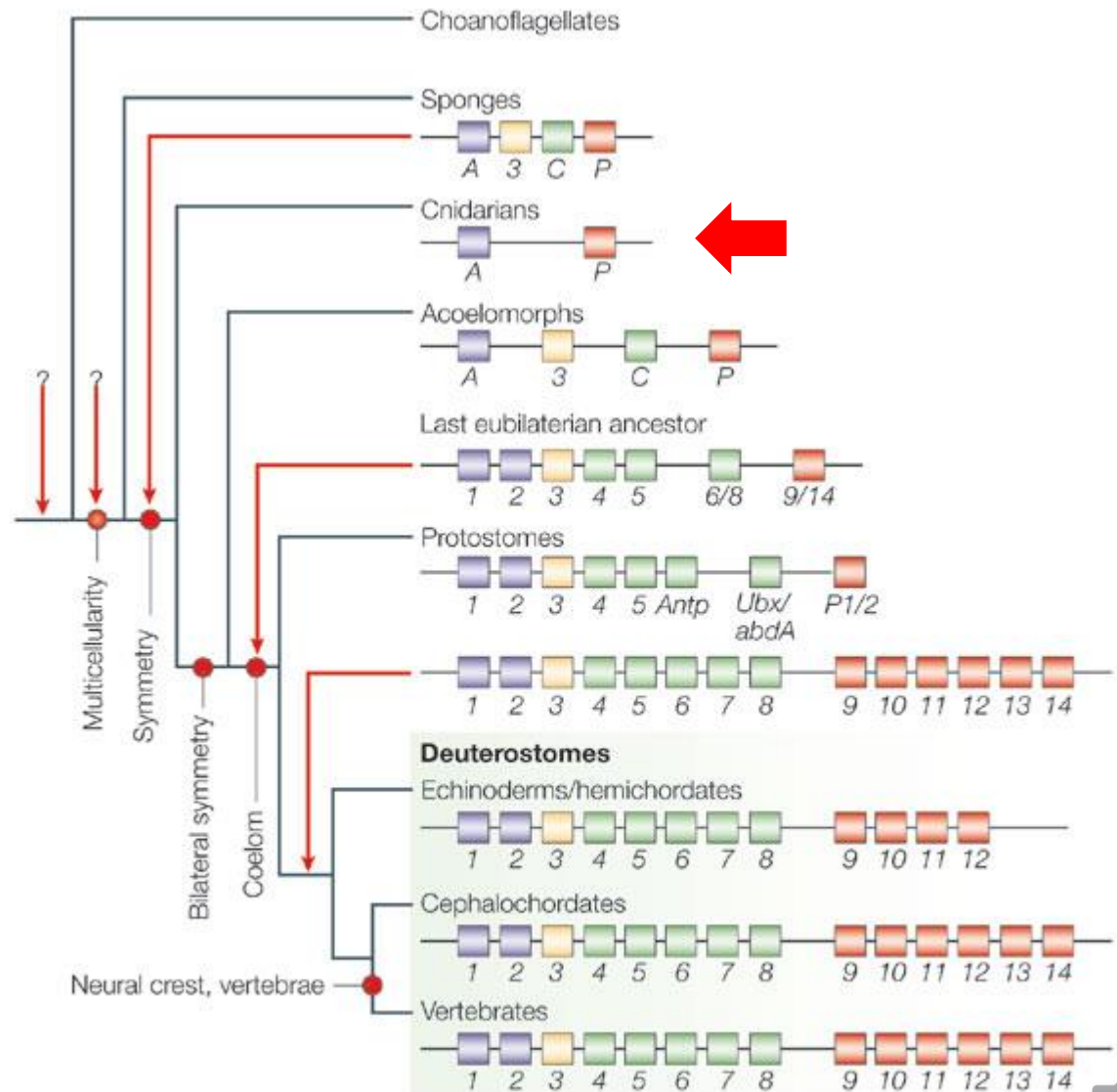
Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**



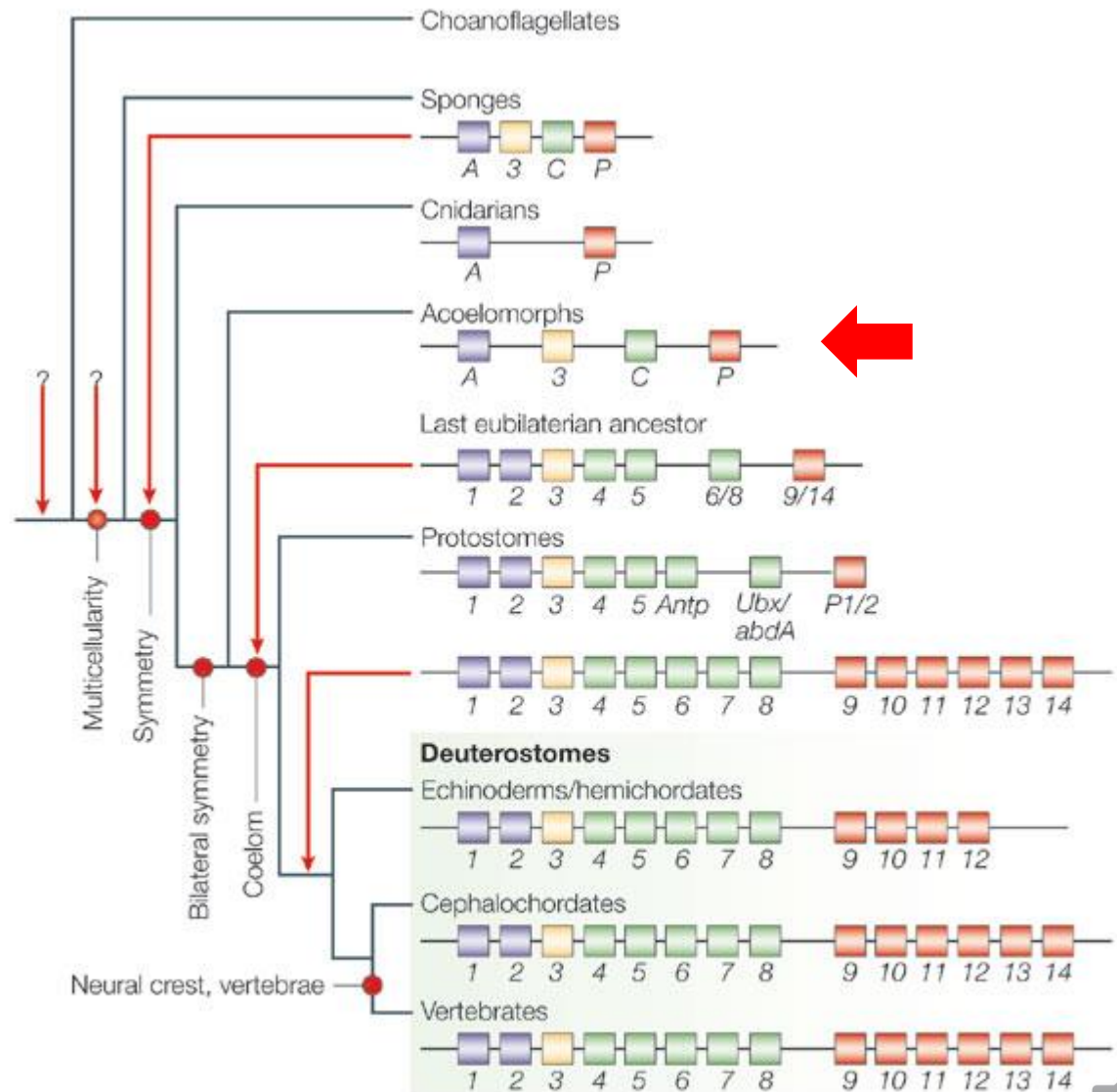
Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**



Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**

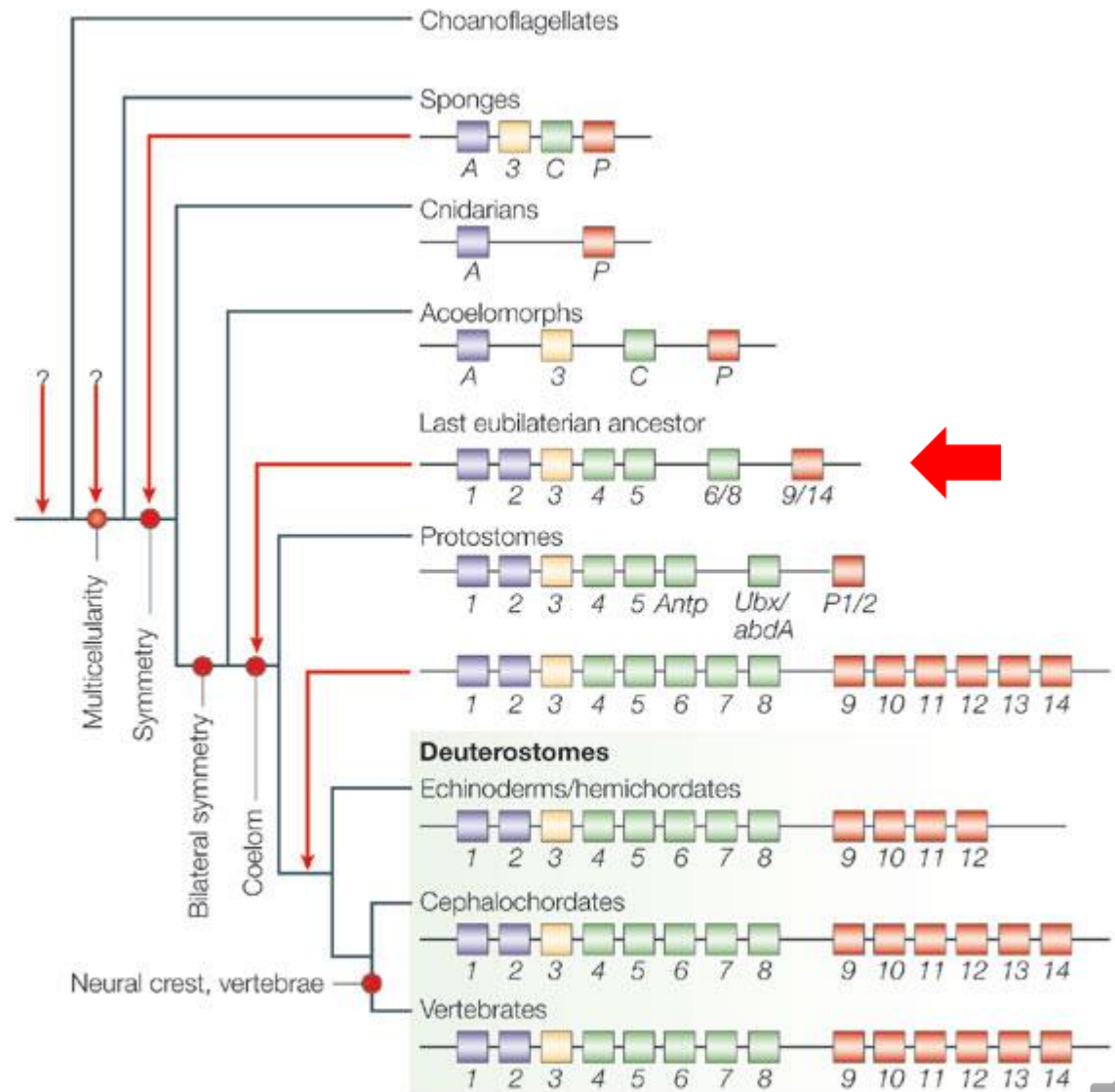


Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**

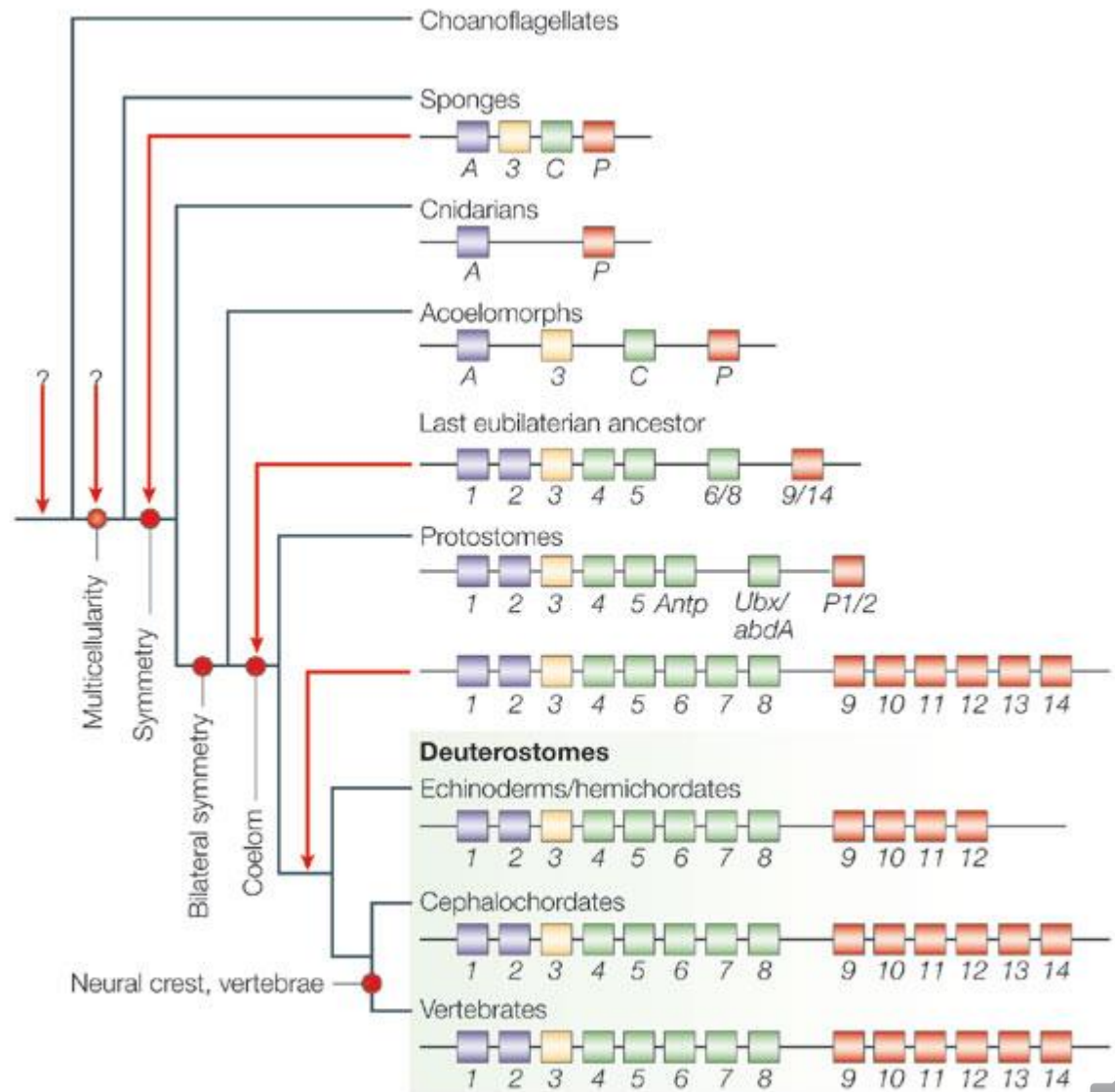




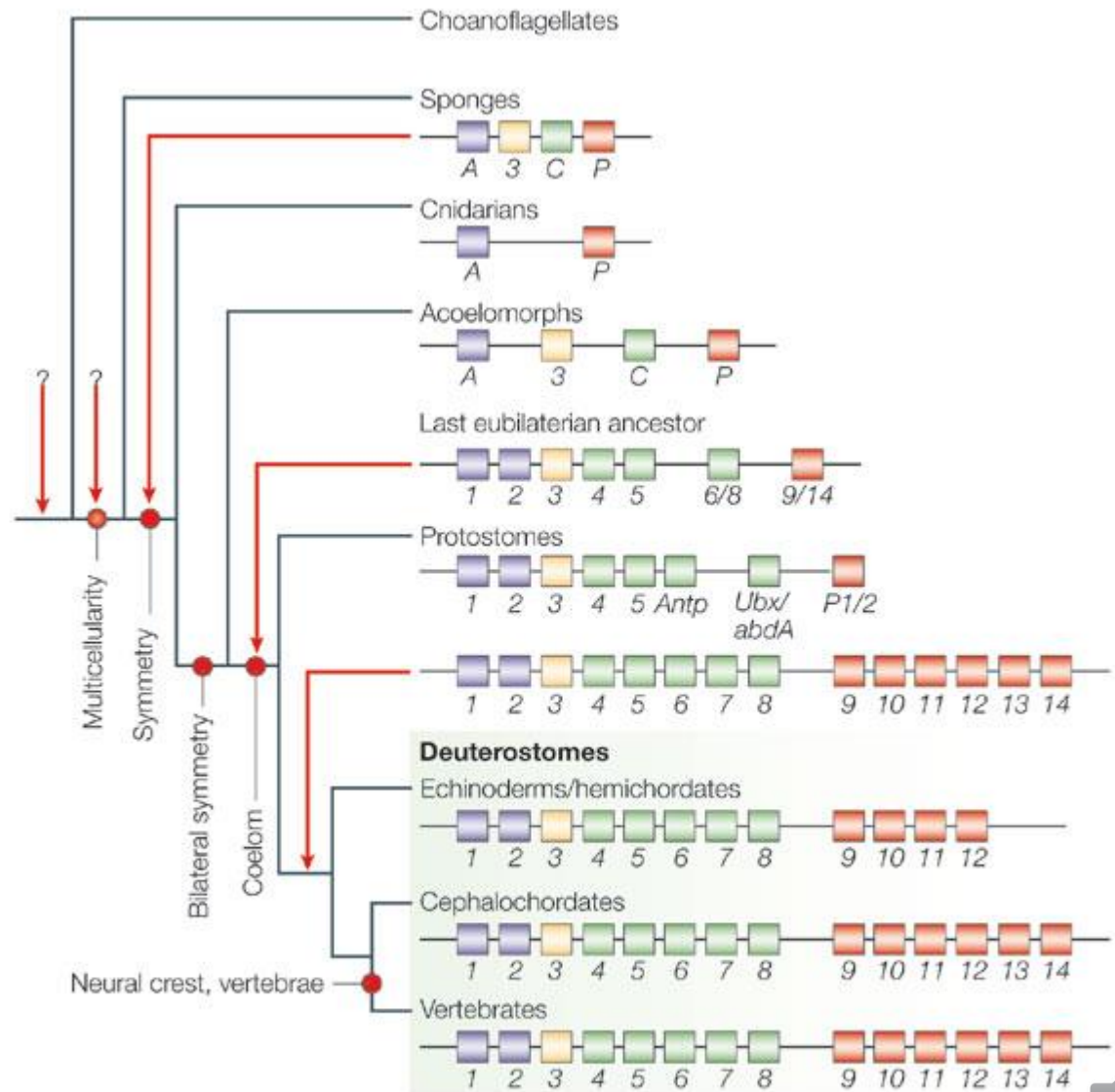
Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**



Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**



Son genes reguladores altamente conservativos que se han encontrado en **todos los grupos de organismos multicelulares.**



# Cómo se estudia?

✓ Anatomía y morfología clásica

**EMBRIOLOGÍA COMPARADA**

✓ Anatomía y morfología experimental

**EMBRIOLOGÍA  
EXPERIMENTAL**

✓ Biología celular y molecular, genética

**GENÉTICA MOLECULAR DEL  
DESARROLO**

✓ Perspectiva histórica y evolutiva

**EVO DEVO**

✓ Perspectiva ecológica, histórica y evolutiva

**ECO EVO DEVO**

✓ Teratología, Modelación matemática



Entonces... la biología del desarrollo estudia

**Los principios básicos del desarrollo que son altamente conservados entre las diferentes especies animales y a través de la historia evolutiva**

