

# INTRODUCCIÓN A LA EVOLUCIÓN

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
ASIGNATURA DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA



ELABORÓ: DRA. CARMEN ZEPEDA GÓMEZ

# INTRODUCCIÓN

- La Evolución es la teoría científica más importantes en Biología, ya que en ella se tratan los mecanismos por los cuales los organismos cambian para adaptarse a su medio y como estos cambios trascienden a través de su historia.
- La teoría evolutiva en su forma más detallada se plantea a partir de la obra de Darwin en la cual se demuestra mediante el análisis de evidencias naturales, que la evolución de la vida es la única manera racional de explicar la adaptación biológica y la diversidad de las especies, además defiende una propuesta sobre los mecanismos responsables de ese proceso. La teoría se limitaba a afirmar la existencia de la evolución. Aun cuando Darwin en 1838, planteó que la selección natural es el mecanismo evolutivo fundamental, no fue sino dos décadas después cuando lo publicó en El origen de las especies. Desde entonces la teoría evolutiva se ha transformado y fortalecido con una nueva percepción que todo biólogo debe integrar.

# Guía didáctica

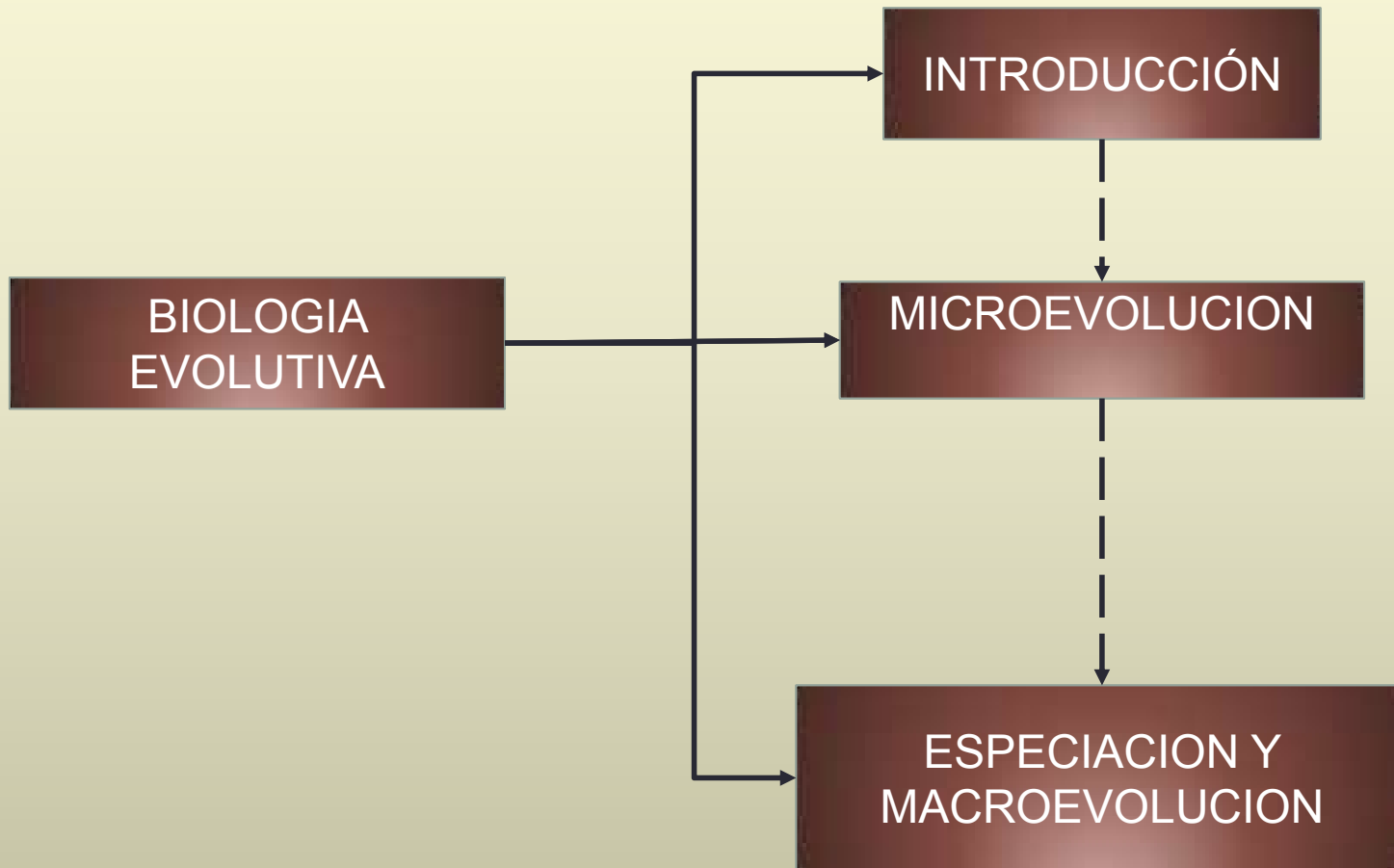
1. Portada
2. Guía didáctica
3. Introducción
4. Justificación académica
5. Secuencia didáctica
6. **Objetivos: se describe el objetivo general del tema**
7. Se inicia con una frase de Dobzhansky para introducir al alumno en la importancia de la evolución
8. Se resumen los temas que se desglosaran a lo largo de la presentación
9. Primer apartado sobre las pruebas de evolución, tres subtemas a tratar
10. Se ilustra las homologías con base en las modificaciones de las extremidades de los vertebrados
11. Se ilustra las homologías de desarrollo y se explica su causa
12. Se ilustra las homologías genéticas y se explica su causa
13. Se ilustra las homologías genéticas y se explica su causa y los genes implicados
14. Se ilustra las homologías genéticas y la participación de los genes en los diferentes organismos para un mismo carácter
15. Mapa de secuencias genéticas comparativas entre el hombre y el chimpancé
16. Se ilustra el parentesco entre especies, enfatizando en la idea del árbol y sus precursores
17. Se ejemplifica la idea del árbol con secuencias genéticas
18. Se introduce el concepto de filogenia y su aplicación dentro de la idea del árbol
19. Se asocia la filogenia, el parentesco entre especies y la información de pautas en los árboles
20. Se asocia la filogenia, el parentesco entre especies y la información de ramas en los árboles
21. Se asocia la filogenia, el parentesco entre especies y la información de nodos en los árboles
22. Se asocia la filogenia, el parentesco entre especies y la información de divergencia morfológica en los árboles
23. Resumen de pautas, nodos y ramas. Relación y valor evolutivo
24. Se ilustra un árbol filogenético y se indica la forma de interpretarlo
25. Se ilustra un árbol filogenético y se indica la forma de interpretarlo considerando distintos niveles
26. Se indican las posibles representaciones de los arboles
27. Imágenes de diferentes animales para inferir u relación desde un punto de vista evolutivo
28. Ejemplos de filogenia basada en las características de los pulmones y la vejigas
29. Ejemplos de filogenia basada en las características de los pulmones y la vejigas

# Guía didáctica

30. Cambios evolutivos de las vejigas y los pulmones
31. Se explica el principio de la parsinonimia
32. Interpretaciones de datos mimetizados
33. Ejemplo: Hipótesis de la evolución de la vejiga y los pulmones
34. Ejemplo: Hipótesis de la evolución de la vejiga y los pulmones
35. Conclusión de la hipótesis con base en el principio de la parsinonimia
36. Conclusión de la hipótesis con base en el principio de la parsinonimia
37. Conclusión de la hipótesis con base en el principio de la parsinonimia
38. Segundo apartado del cambio en el tiempo
39. Ejemplo de cambios en el tiempo con especies actuales
40. Ejemplo de cambios en el tiempo con especies actuales
41. Ejemplo de cambios en el tiempo con especies actuales
42. Ejemplo de cambios en el tiempo con especies actuales y la presencia de estructuras vestigiales
43. Estructuras vestigiales a diferentes niveles genéticos
44. Estructuras vestigiales a diferentes niveles genéticos con énfasis en las mutaciones
45. Características vestigiales a nivel de desarrollo
46. Ejemplo de observaciones directas a través del tiempo
47. Cambios en el tiempo y el valor del registro fósil
48. Cambios en el tiempo y el valor del registro fósil: Ley de la sucesión
49. Cambios en el tiempo con formas de transición
50. Ejemplo de cambios en el tiempo con formas de transición
51. Explicación de la evolución y los cambios ambientales
52. La evolución en el tiempo geológico y sus escala
53. La evolución en el tiempo geológico y la datación radioactiva, su aplicación y los resultados que arroja
54. Cuarta sección, correspondencia entre grupos de datos
55. La correspondencia de datos entre los cambios geológicos y el movimiento de las placas terrestres
56. La correspondencia de datos entre los cambios geológicos y el movimiento de las placas terrestres
57. Ejemplo de la historia de los mamíferos marsupiales
58. Fuentes de información

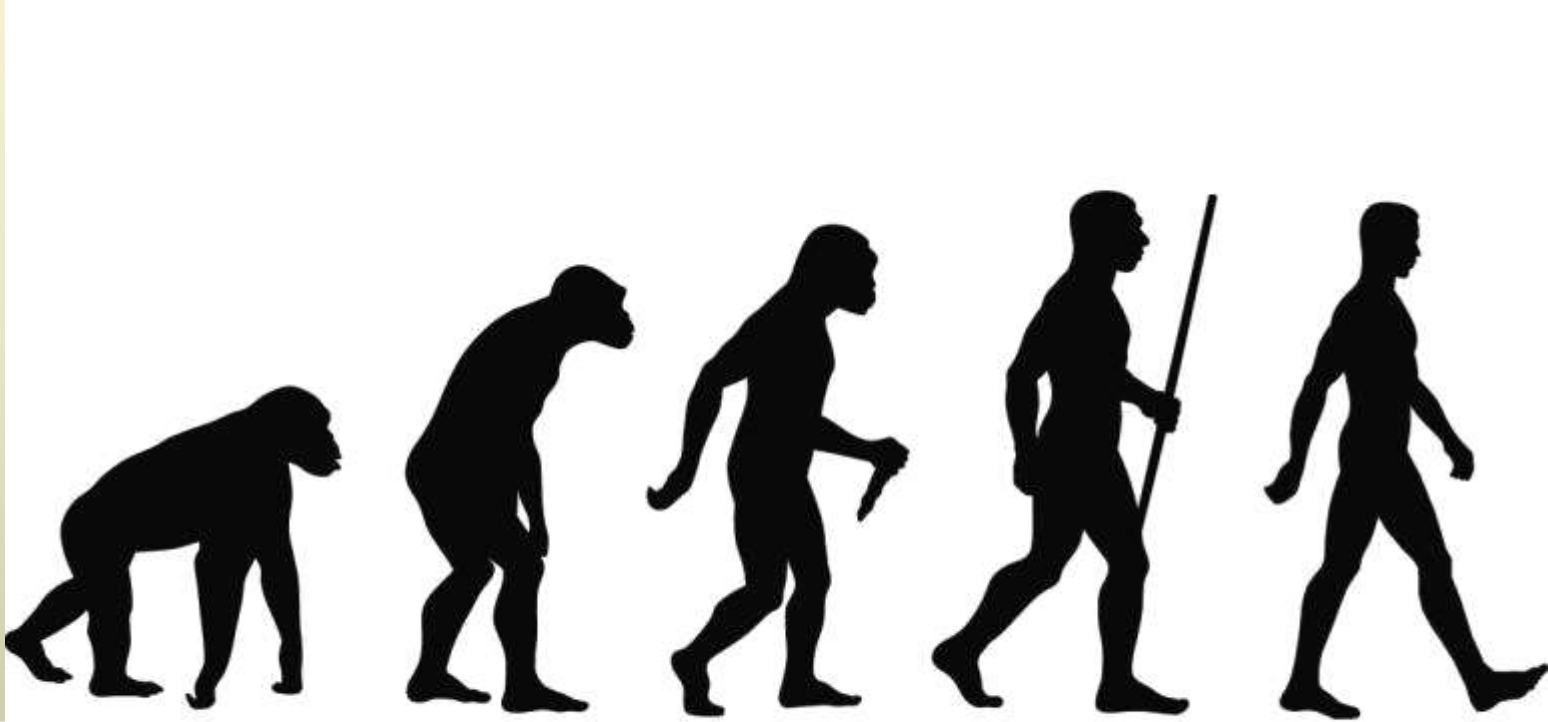
# JUSTIFICACIÓN

- Se presenta una serie de 57 diapositivas las cuales hacen referencia a las pruebas de Evolución con fines de enseñanza superior, basado en revisiones actuales de programas de Universidades Nacionales y extranjeras, lecturas seleccionadas, libros y revistas científicas, con el fin de apoyar y reforzar adecuadamente la unidad de aprendizaje Biología Evolutiva.



SECUENCIA DIDÁCTICA

# OBJETIVO



Conocerá y entenderá las pruebas de evolución a través de los mecanismos y ejemplos de caso

*“Nada en Biología tiene sentido, sino es bajo  
de luz de la evolución”*

–T. Dobzhansky.



# PRUEBAS DE EVOLUCION

## 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

- 1.1. Homología
- 1.2. Parentezco entre especies
- 1.3. Arbol filogenético

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

- 2.1. Pruebas en especies actuales
  - 2.1.1. Características vestigiales
  - 2.1.2. Observación directa de cambios en el tiempo
- 2.2. Pruebas del registro fósil
  - 2.2.1. El hecho de la extinción
  - 2.2.2. La ley de la sucesión
  - 2.2.3. Formas de transición
  - 2.2.4. Cambio ambiental

## 3. LA EDAD DE LA TIERRA

- 3.1. La escala del tiempo geológico
- 3.2. Datación radiactiva

## 4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE DATOS

- 4.1. Cambio geológico y el movimiento de placas
- 4.2. Historia de los mamíferos marsupiales

# PRUEBAS DE EVOLUCION

## 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

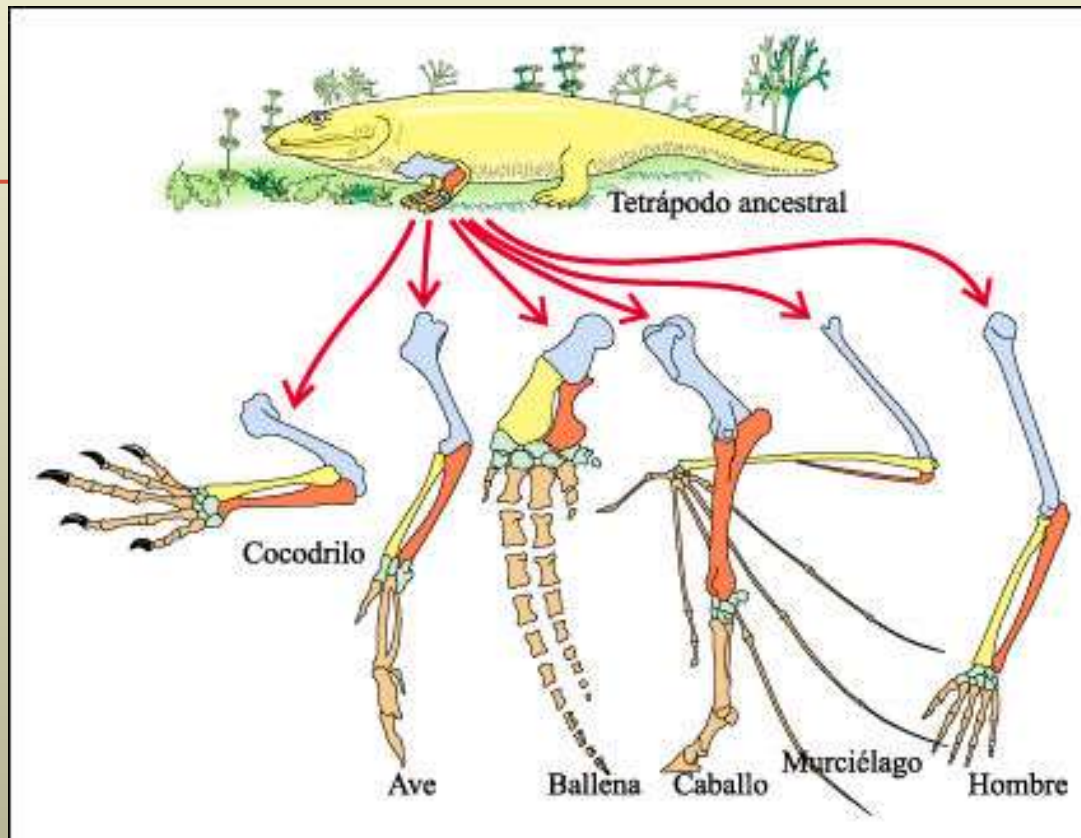
1.1. Homología

1.2. Parentezco entre especies

1.3. Arbol filogenético

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.1. Homología



# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.1. Homología

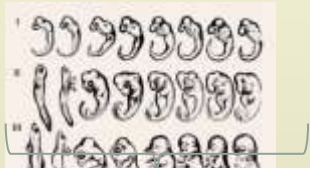
### A. HOMOLOGIAS DE DESARROLLO



Los vertebrados evolucionaron del mismo ancestro común y por ello algunos estadios del desarrollo han permanecido similares, aunque se hayan diferenciado con el tiempo

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.1. Homología



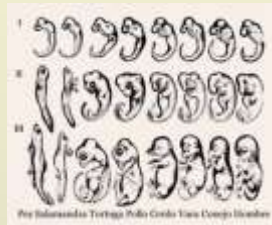
## B. HOMOLOGIAS GENÉTICA

		Segunda base					
		U	C	A	G		
P r i m e r a b a s e	U	Phe UUU	Ser UCU	Tyr UAU	Cys UGU	U	T e r c e r a b a s e
		Phe UUC	Ser UCC	Tyr UAC	Cys UGC	C	
		Leu UUA	Ser UCA	<b>Stop UAA</b>	<b>Stop UGA</b>	A	
		Leu UUG	Ser UCG	<b>Stop UAG</b>	Trp UGG	G	
	C	Leu CUU	Pro CCU	His CAU	Arg CGU	U	
		Leu CUC	Pro CCC	His CAC	Arg CGC	C	
		Leu CUA	Pro CCA	Gln CAA	Arg CGA	A	
		Leu CUG	Pro CCG	Gln CAG	Arg CGG	G	
	A	Ile AUU	Thr ACU	Asn AAU	Ser AGU	U	
		Ile AUC	Thr ACC	Asn AAC	Ser AGC	C	
		Ile AUA	Thr ACA	Lys AAA	Arg AGA	A	
		<b>Met AUG</b>	Thr ACG	Lys AAG	Arg AGG	G	
	G	Val GUU	Ala GCU	Asp GAU	Gly GGU	U	
		Val GUC	Ala GCC	Asp GAC	Gly GGC	C	
		Val GUA	Ala GCA	Glu GAA	Gly GGA	A	
		Val GUG	Ala GCG	Glu GAG	Gly GGG	G	

- La homologías del desarrollo y estructurales se deben a las homologías genéticas.

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.1. Homología



## B. HOMOLOGIAS GENÉTICAS

		Nucleótido base					
		U	C	A	G		
F	Phi UUU	Ser UUU	Tyr UAU	Phe UAU	U	T	
P	Phi UUC	Ser UUC	Tyr UAC	Phe UAC	C	C	
L	Leu UUA	Ser UCA	Stop UGA	Stop UGA	A	A	
L	Leu UUG	Ser UCG	Stop UAG	Stop UAG	G	G	
L	Leu CUU	Phe CUU	Ile CAU	Arg CAU	U	A	
L	Leu CUC	Phe CUC	Ile CAC	Arg CAC	C	A	
L	Leu CUA	Phe CUA	Ile CAA	Arg CAA	A	A	
L	Leu CUG	Phe CUG	Ile CAG	Arg CAG	G	A	
M	Met AUG	The ACU	Met AUA	Ser AUA	U	A	
M	Met AUC	The ACC	Met AUA	Ser AUC	C	A	
M	Met AUA	The ACA	Lys AAG	Arg AAG	A	A	
M	Met AUG	The ACG	Lys AAG	Arg AAG	G	A	
V	Val GUU	Ala GUU	Arg GUU	Uly GUU	U	U	
V	Val GUC	Ala GUC	Arg GUC	Uly GUC	C	U	
V	Val GUA	Ala GUA	Uly GUA	Uly GUA	A	A	
V	Val GUG	Ala GUG	Uly GUG	Uly GUG	G	U	

Genes implicados en el desarrollo tienden a ser idénticos



# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

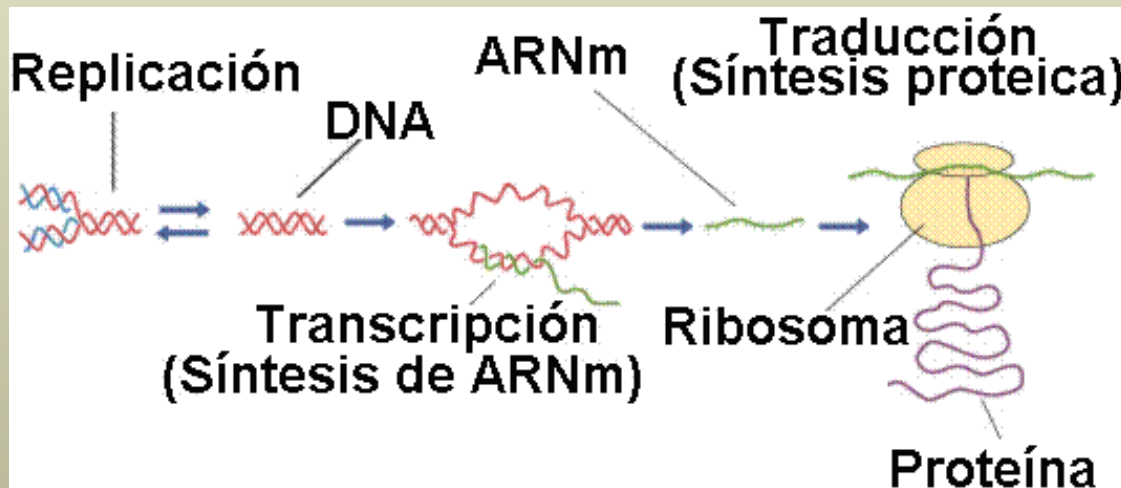
## 1.1. Homología



		Segunda base						
		G	C	A	G			
P	Phe	UUU	UUC	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
	Phe	UUC	UUC	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
	Leu	UUA	UUG	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
L	Leu	UUA	UUG	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
	Leu	UUA	UUG	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
	Leu	UUA	UUG	UUA	UUG	CUU	CUA	CUU
U	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
C	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
	Leu	CUU	CUA	CUU	CUA	UUU	UUC	UUU
A	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU
	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU
	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU
M	Met	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG
	Met	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG
	Met	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG	AUG
V	Val	GUU	GUC	GUA	GUG	GUU	GUC	GUU
	Val	GUU	GUC	GUA	GUG	GUU	GUC	GUU
	Val	GUU	GUC	GUA	GUG	GUU	GUC	GUU
I	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU
	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU
	Ile	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU	AUA	AUU

## B. HOMOLOGIAS GENÉTICA

- Todos los organismos utilizan los mismos tripletes de nucleótidos (antecesor común que utilizó el mismo código)

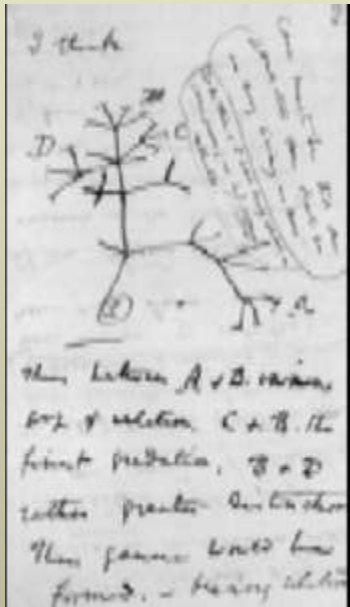




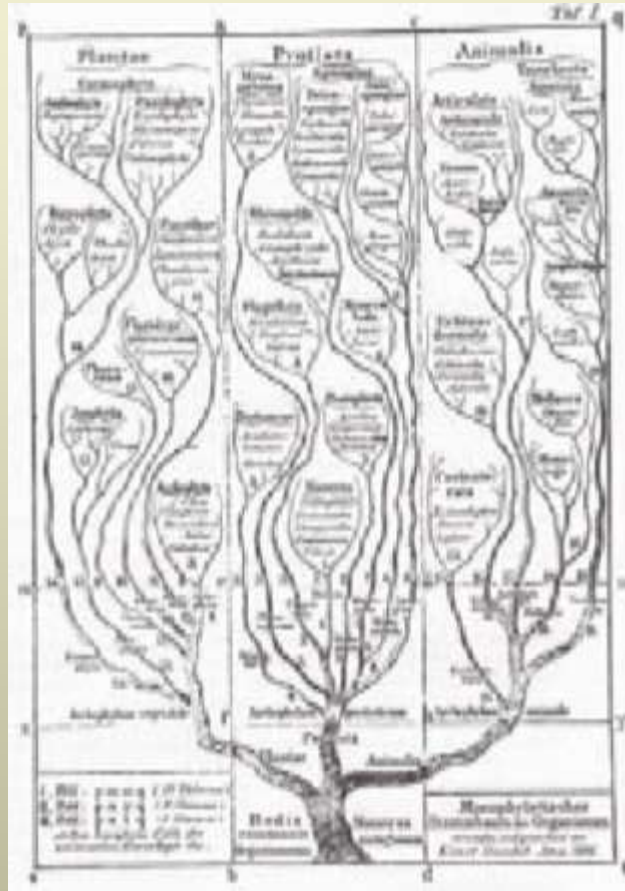


# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies



Darwin



Ernst von Haeckel en 1866

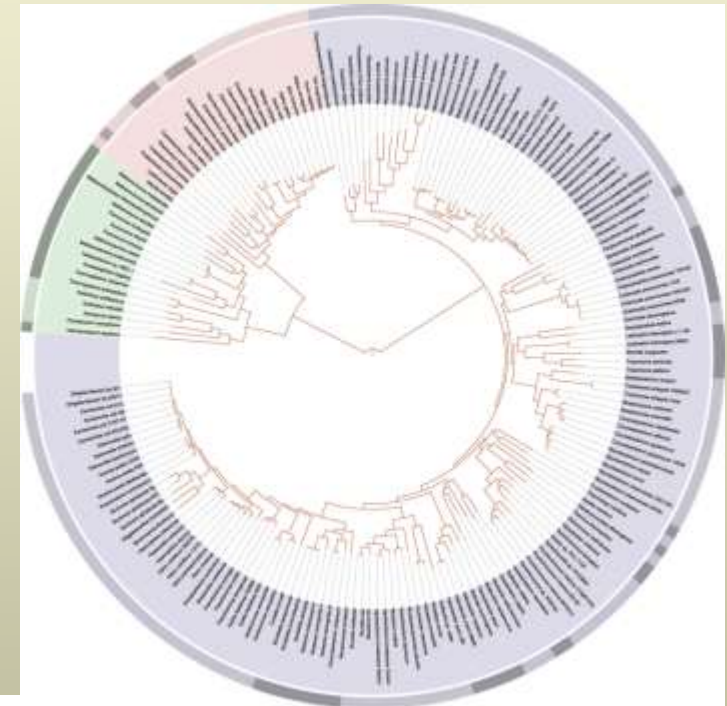
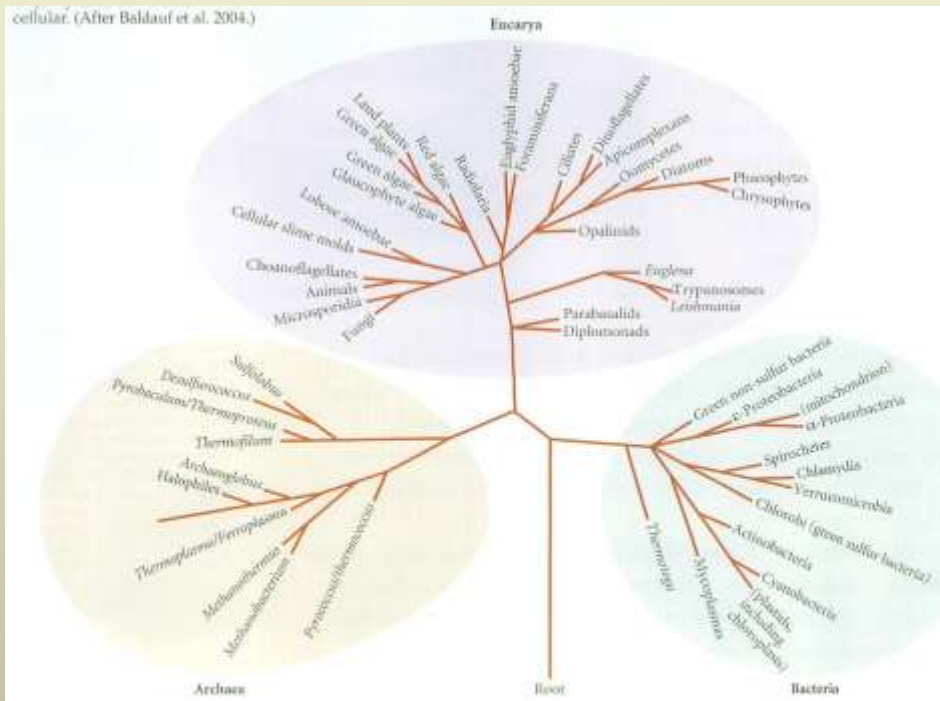
### LA IDEA DEL ARBOL

- Las especies no son independientes
- Las especies están conectadas por descendencia de un antecesor común

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

### LA IDEA DEL ARBOL

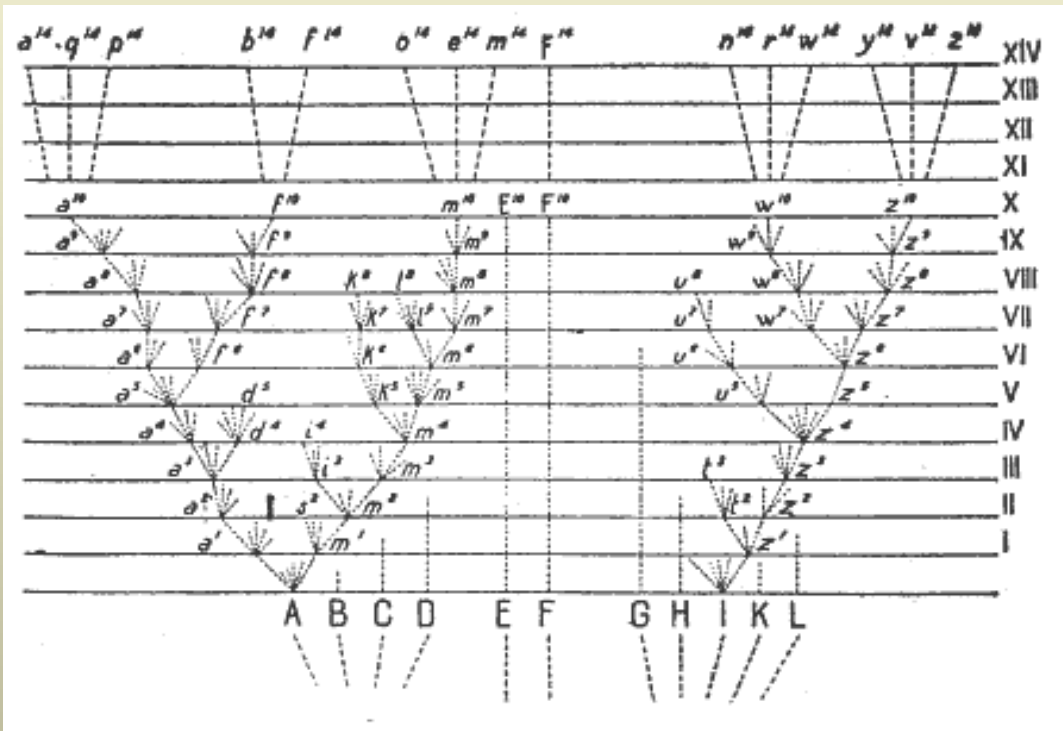


Relación basada en secuencias DNA; mayoría de los taxa son unicelulares (After Baldauf et al. 2004)

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

LA IDEA DEL  
ARBOL



**Filogenia:** Representación gráfica de las relaciones genealógicas de un grupo de especies

- Árbol filogenético
- Cladograma

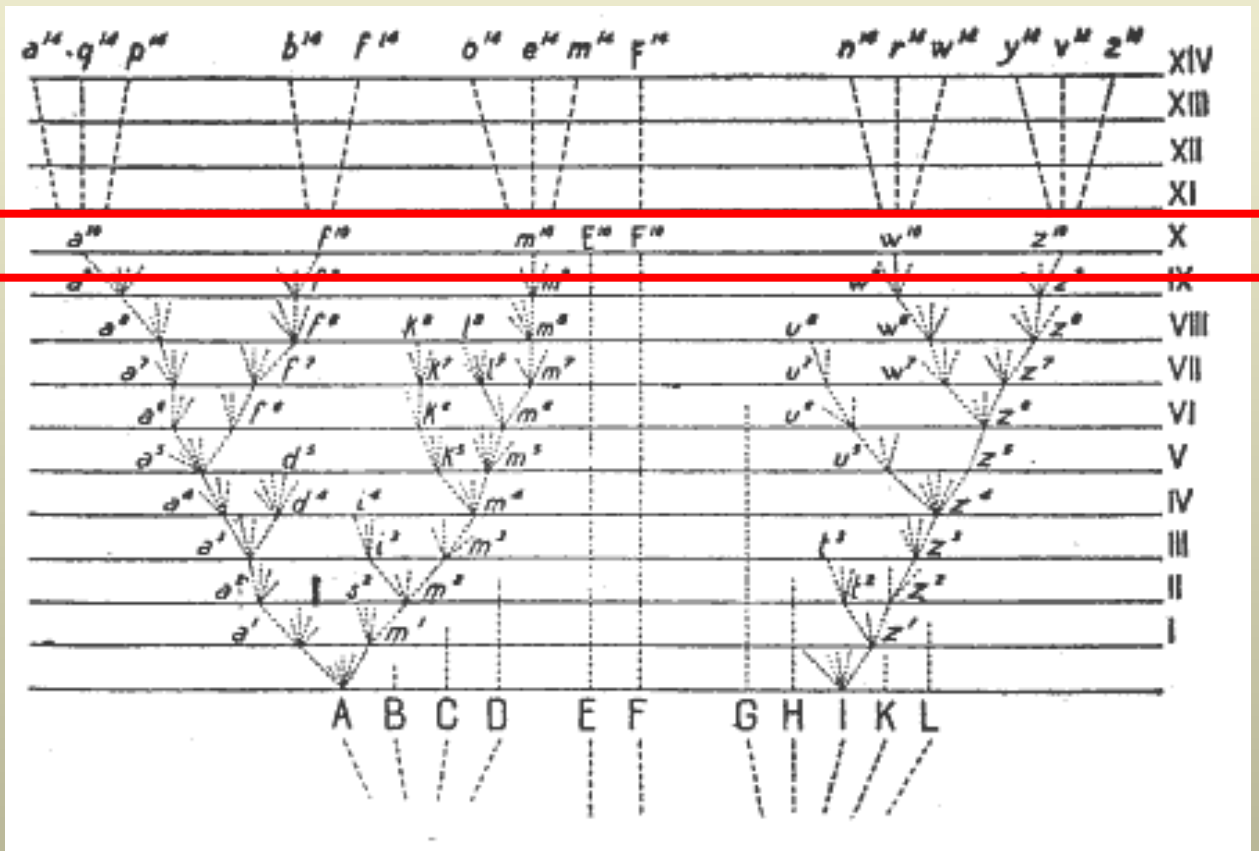
# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

LA IDEA DEL ARBOL

- Lectura
- Interpretación
- Utilización

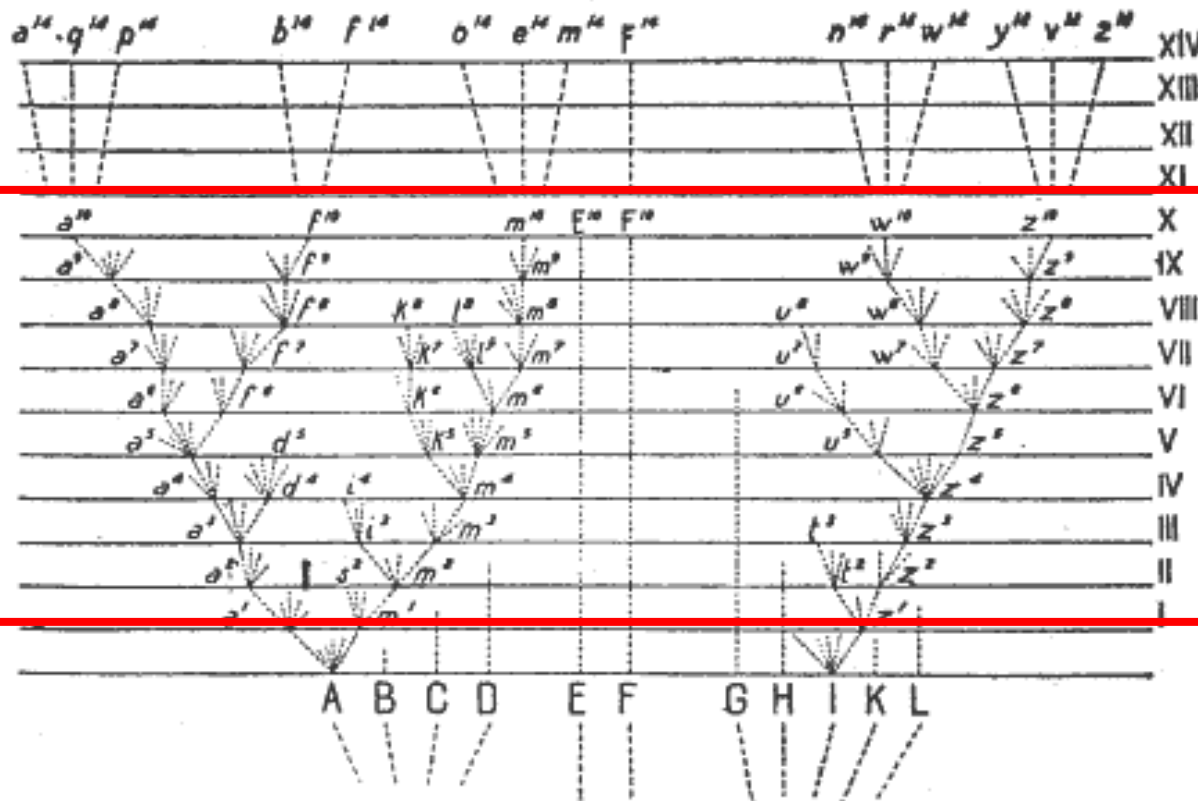
Puntas



# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

LA IDEA DEL  
ARBOL

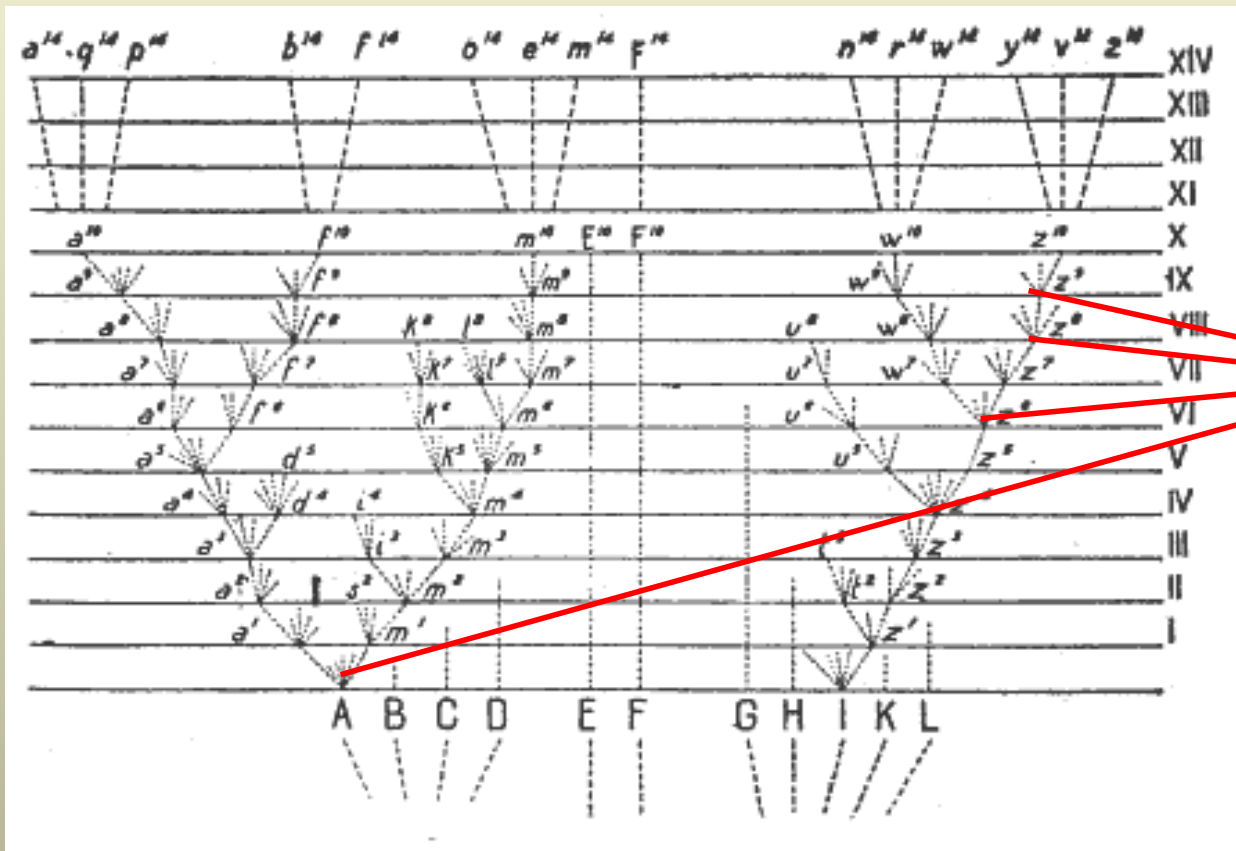


Ramas

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

LA IDEA DEL ARBOL

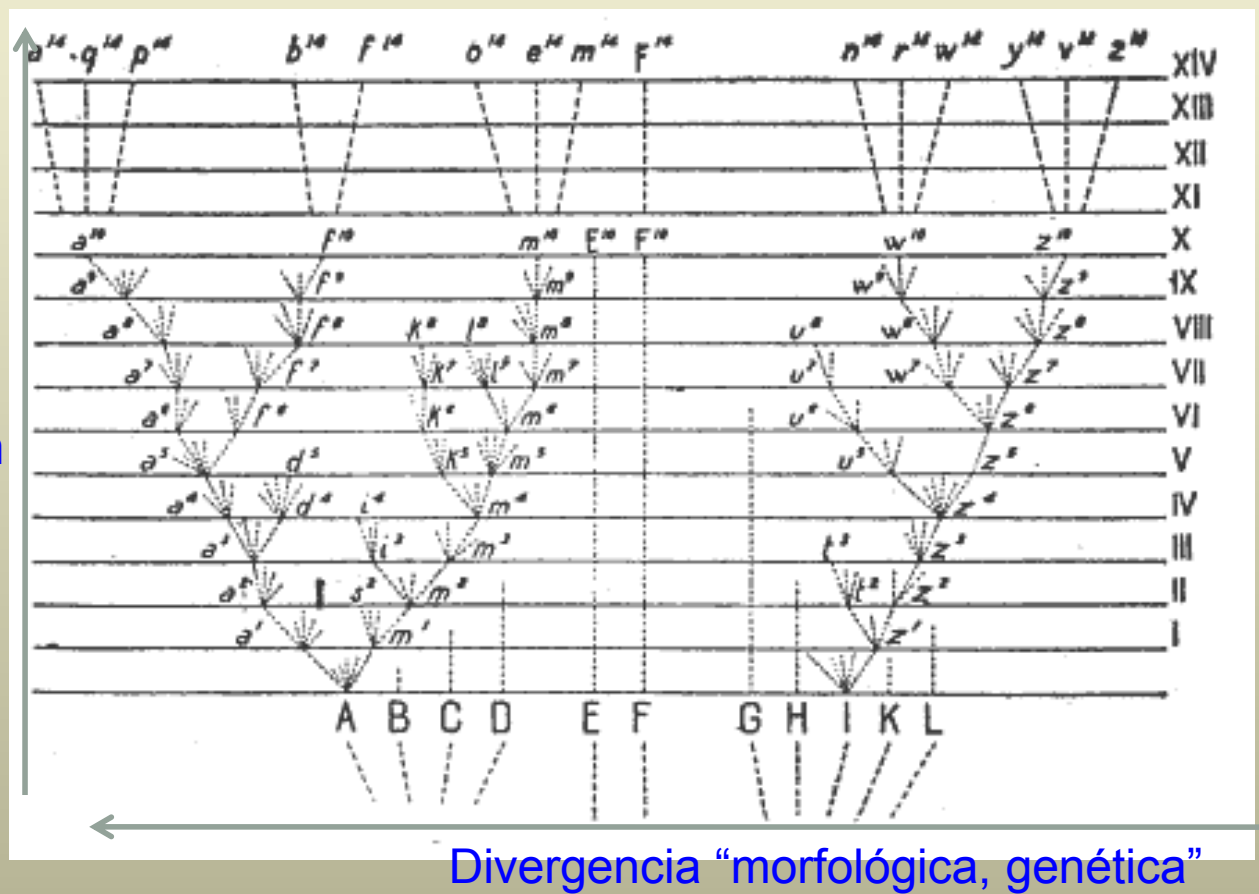


Nodos

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

LA IDEA DEL ARBOL



# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies

### LA IDEA DEL ARBOL

Puntas

Especies extintas o existentes

Ramas

Poblaciones ancestrales de especies en distintos tiempos

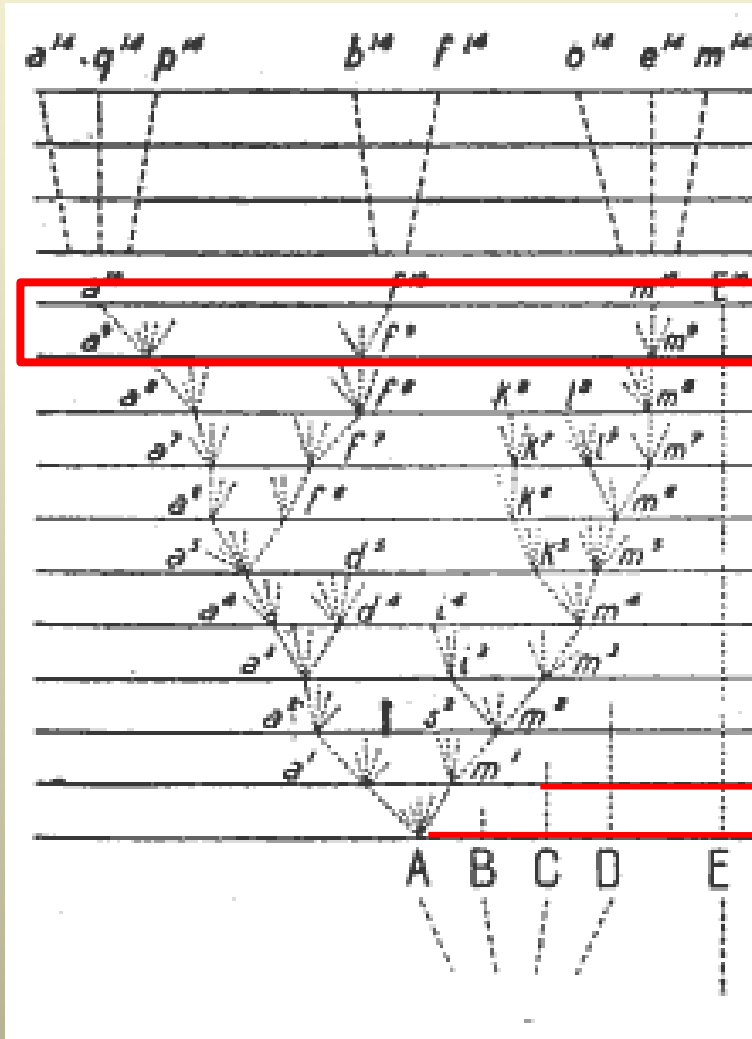
Nodos

Puntos de divergencia o cambios



# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies



LA IDEA DEL  
ARBOL

Interpretación del árbol

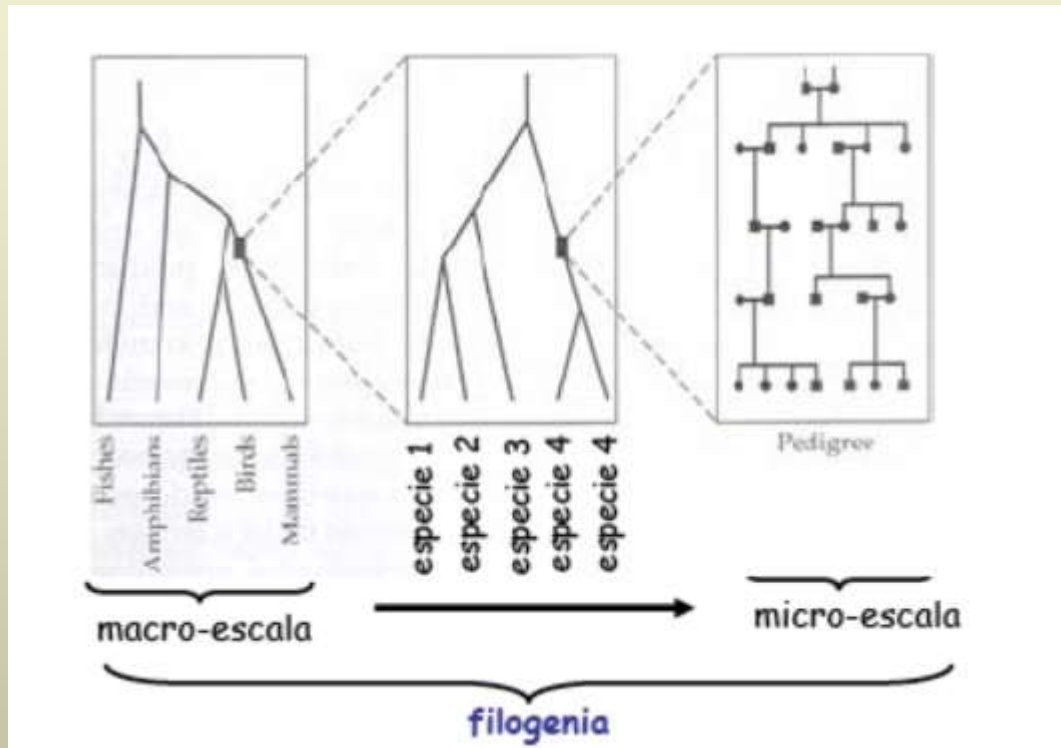
A:  $a^{10}$ ,  $f^{10}$  y  $m^{10}$  TX

2ª División;  $a^1$  y  $m^1$  en  
TI

1ª División

# 1. PARENTEZCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentezco entre especies



LA IDEA DEL  
ARBOL

**Interpretación del árbol**

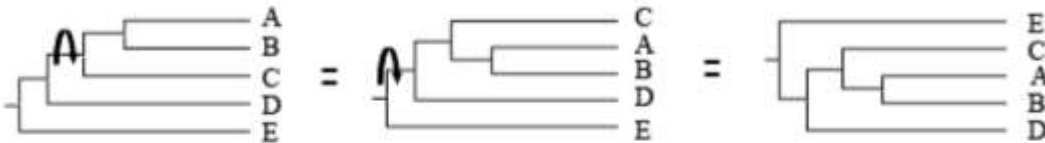
REPRESENTACIONES  
A DISTINTO NIVEL  
TAXONÓMICO

**Filogenia:** historia evolutiva del flujo hereditario a distintos niveles evolutivos/temporales, desde la genealogía de genes en poblaciones (micro-escala; dominio de la genética de poblaciones) hasta el árbol universal (macro-escala)

# 1. PARENTESCO DE LAS FORMAS DE VIDA

## 1.2. Parentesco entre especies

- Los árboles son como móviles: las ramas pueden rotarse sobre sí mismas sin afectar a las relaciones entre los OTUs; (((A,B),C),D),E) se puede representar como:



- Los árboles presentan distintos grados de resolución

topología estrella



topología parcialmente resuelta



topología totalmente resuelta



politomías

LA IDEA DEL ARBOL

REPRESENTACION DE LOS ARBOLES;

- Perpendiculares
- En diagonal



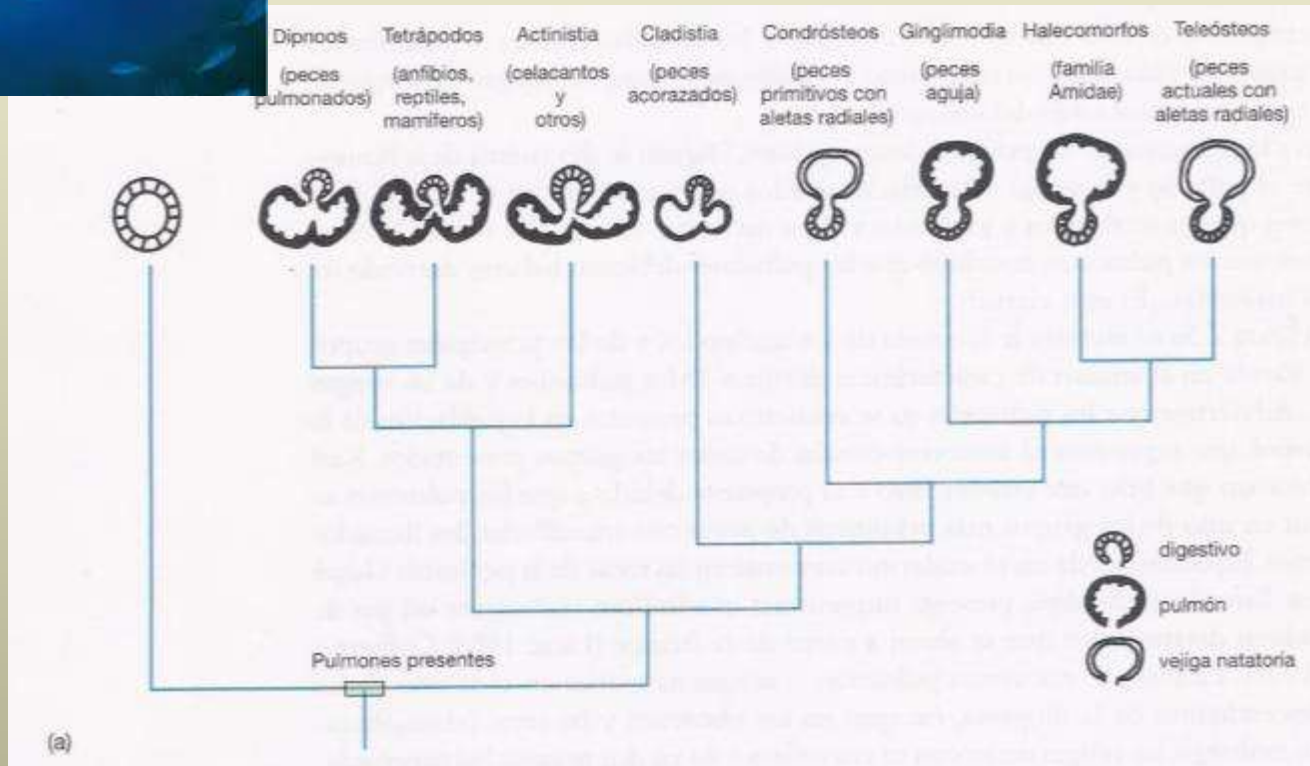
**¿Que tienen en común?**



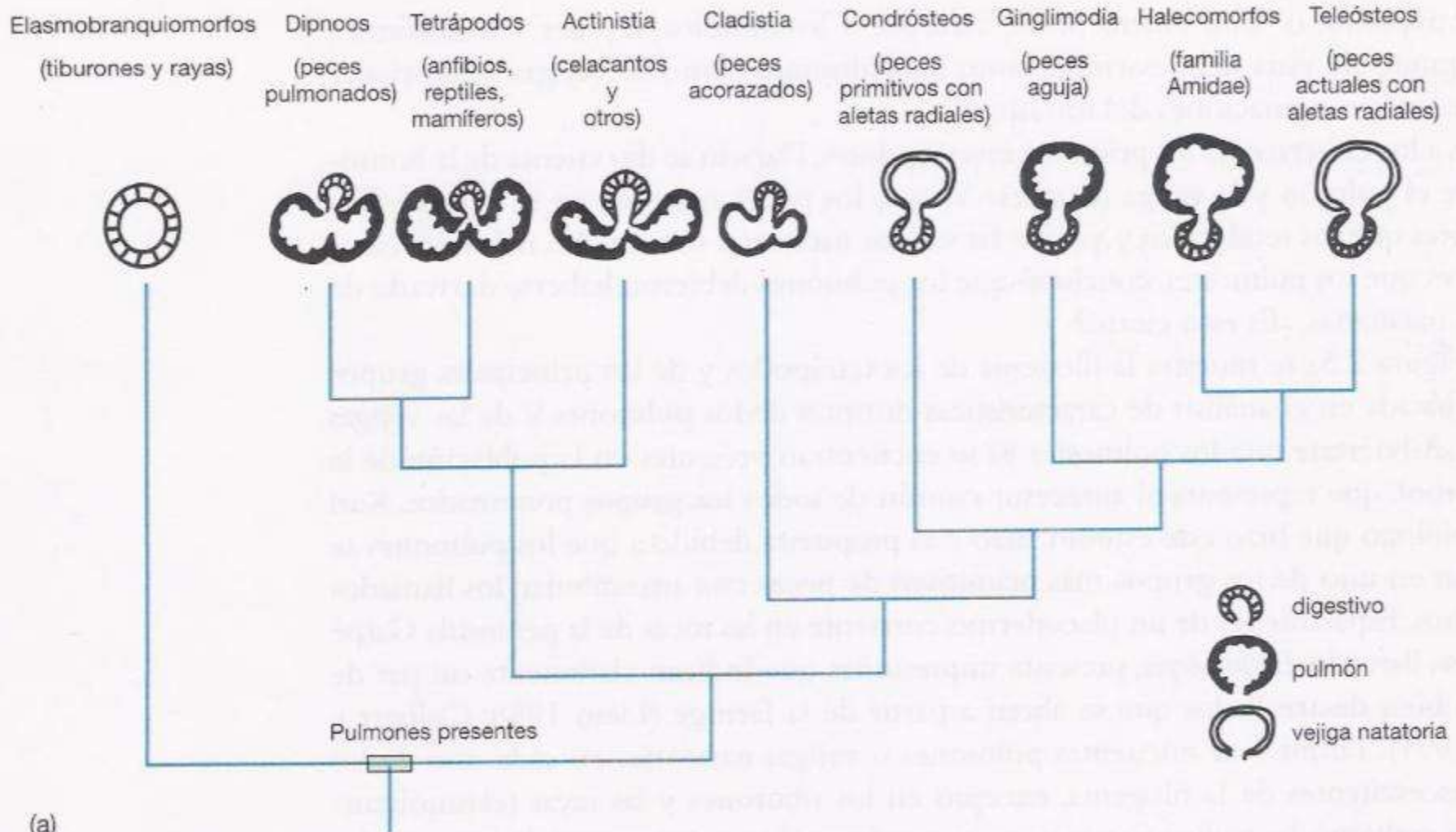
# Filogenia: basada en características de pulmones y vejigas



Presencia de pulmones o vejigas en cada uno de los descendientes excepto en alasmobranquios

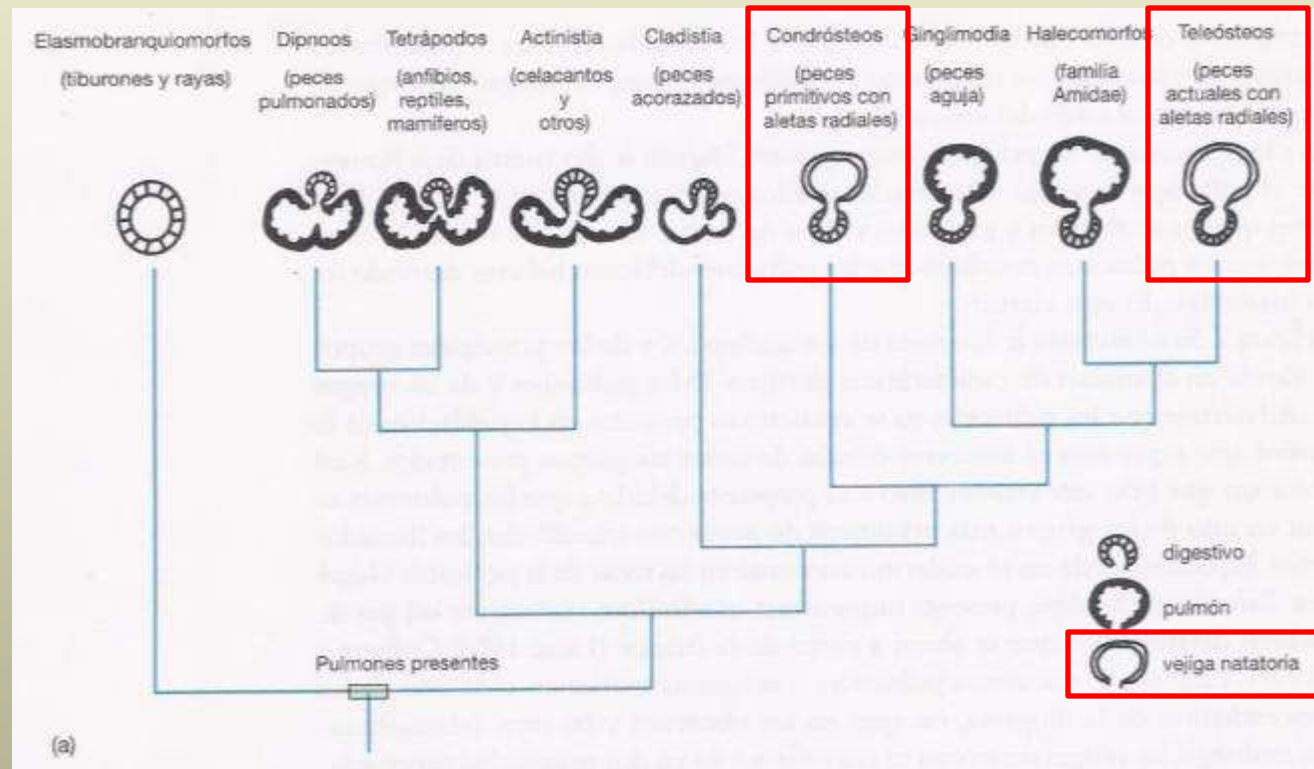


**Filogenia:** basada en características de pulmones y vejigas



(a)

# 1. ¿Como han cambiado los pulmones y las vejigas natatorias en el curso de la evolución?

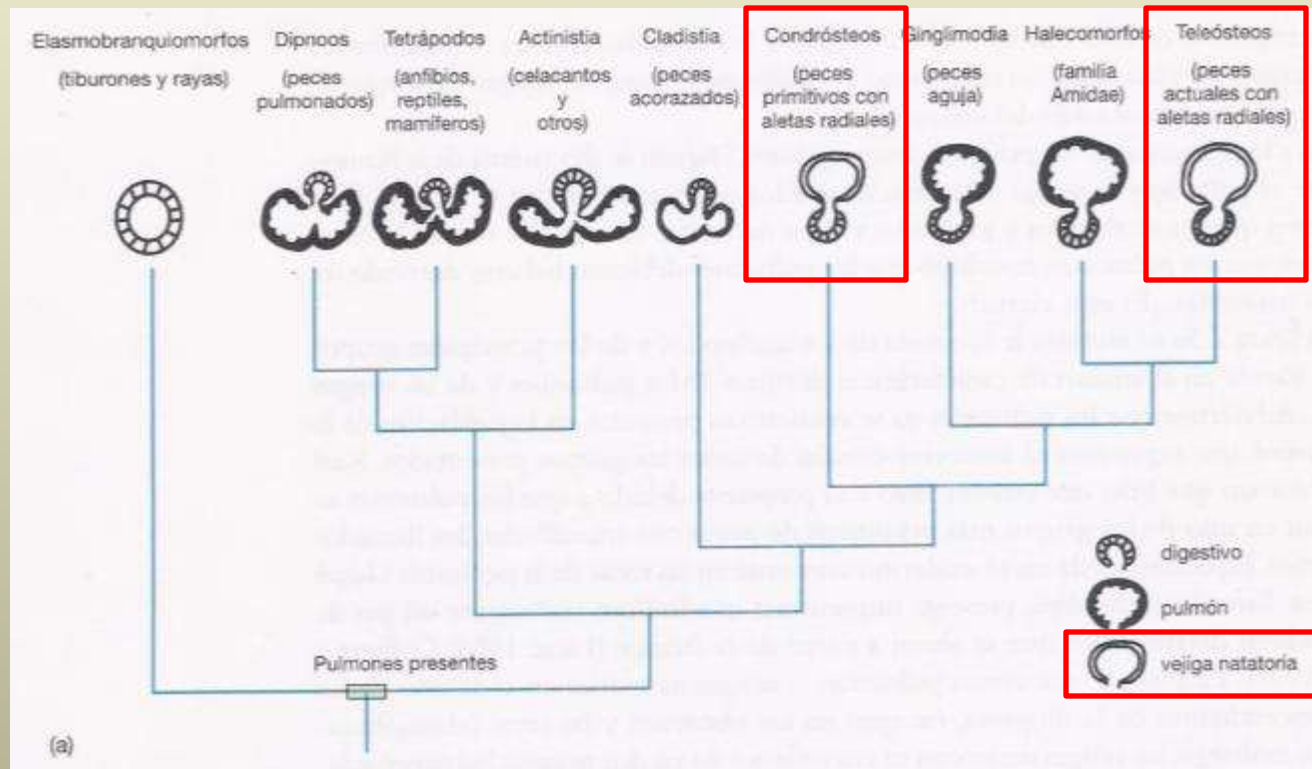


**Filogenia:** basada en características de pulmones y vejigas

# 1. ¿Como han cambiado los pulmones y las vejigas natatorias en el curso de la evolución?

## Principio de la PARSIMONIA

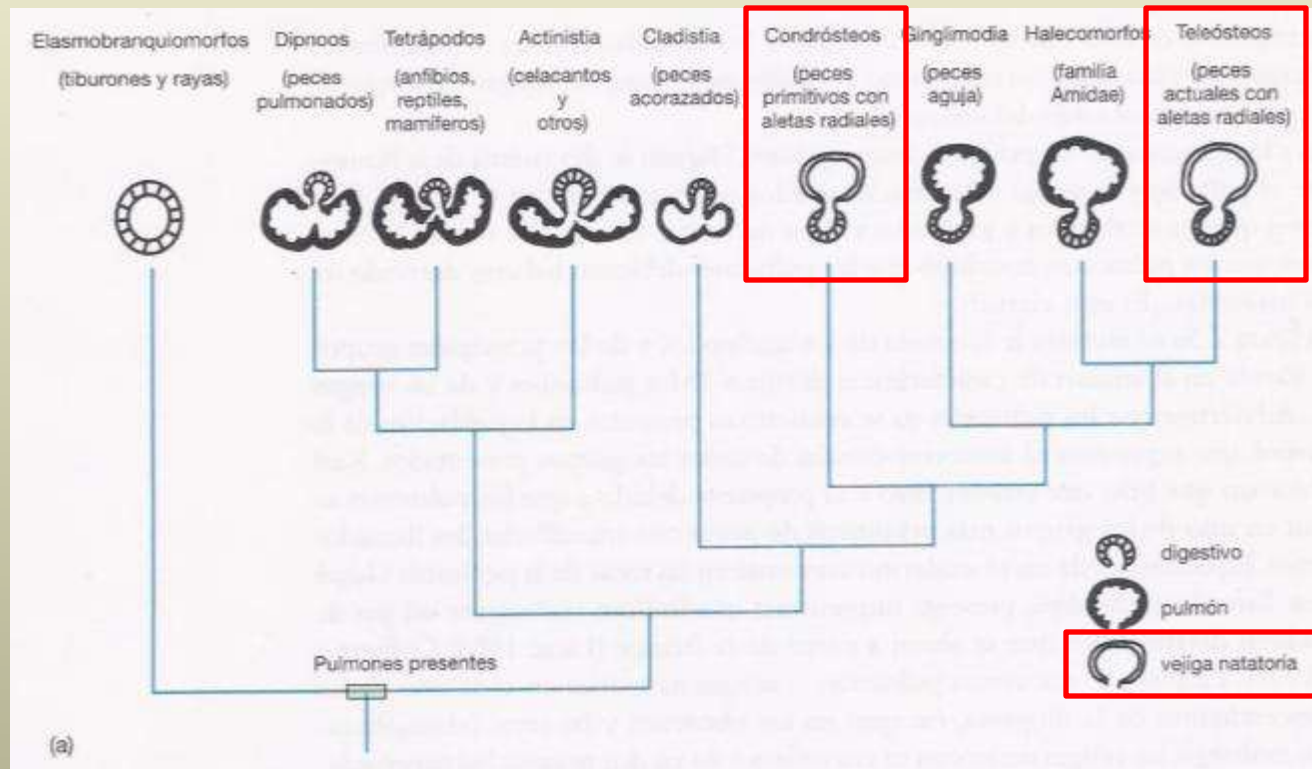
Al extraer conclusiones acerca de lo que ocurre en la evolución, se favorecen las explicaciones mas simples respecto de las complejas





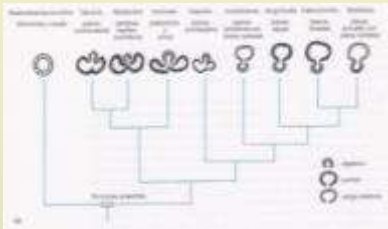
## Principio de la PARSIMONIA

Interpretaciones de los datos que minimicen el número de cambios ocurridos.



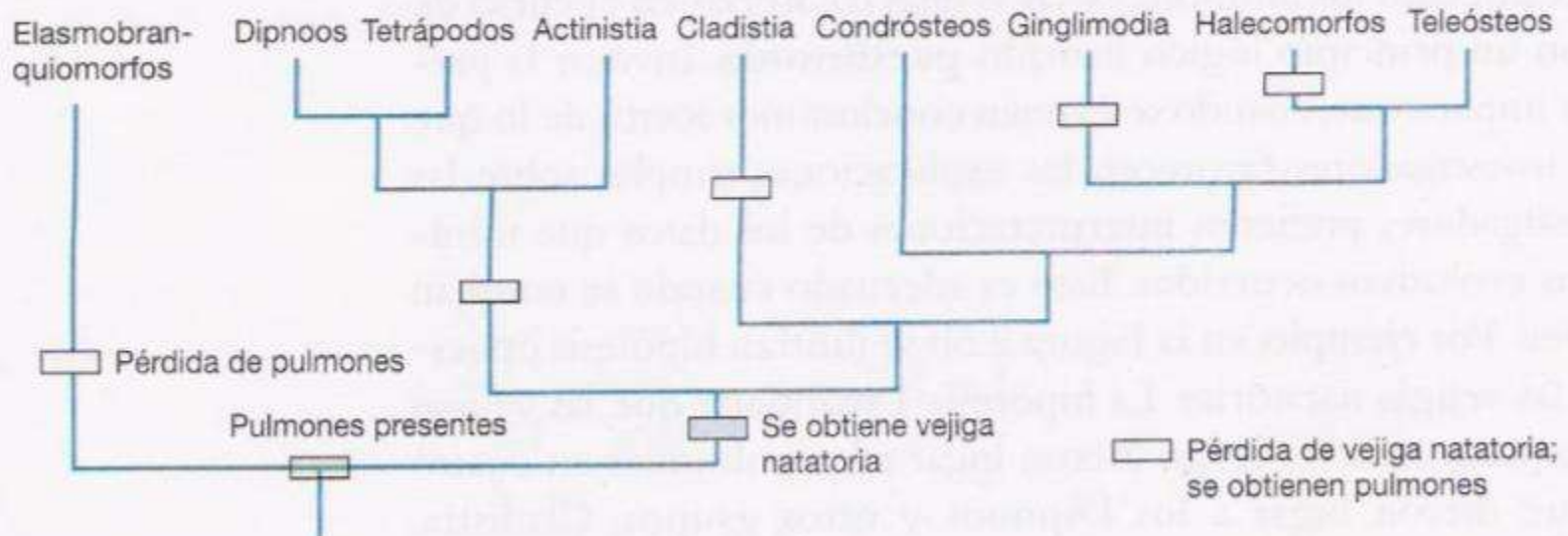
**Filogenia:** basada en características de pulmones y vejigas

**Hipotesis 1. Las vejigas natatorias evolucionaron tempranamente y luego dieron lugar a los pulmones en cuatro ocasiones**



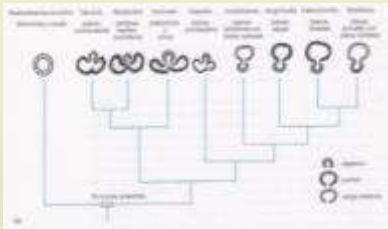
¿Cuántos cambios ocurrieron?

**Hipótesis 1:** Las vejigas natatorias evolucionan tempranamente



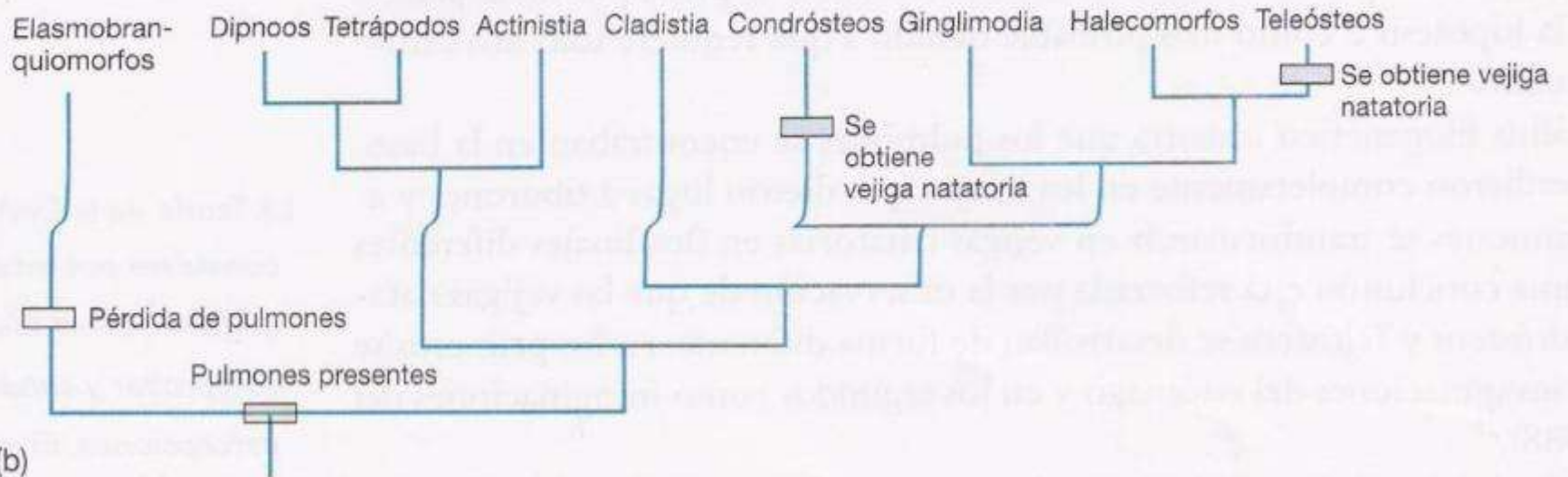
**Filogenia:** basada en características de pulmones y vejigas

**Hipotesis 2. Las vejigas natatorias se originaron tardíamente y aparecieron independientemente en dos ocasiones**



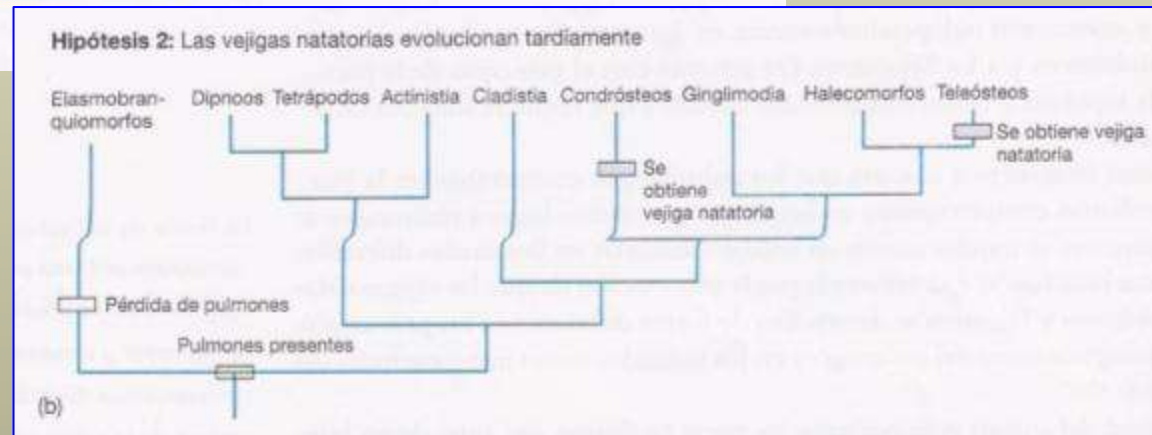
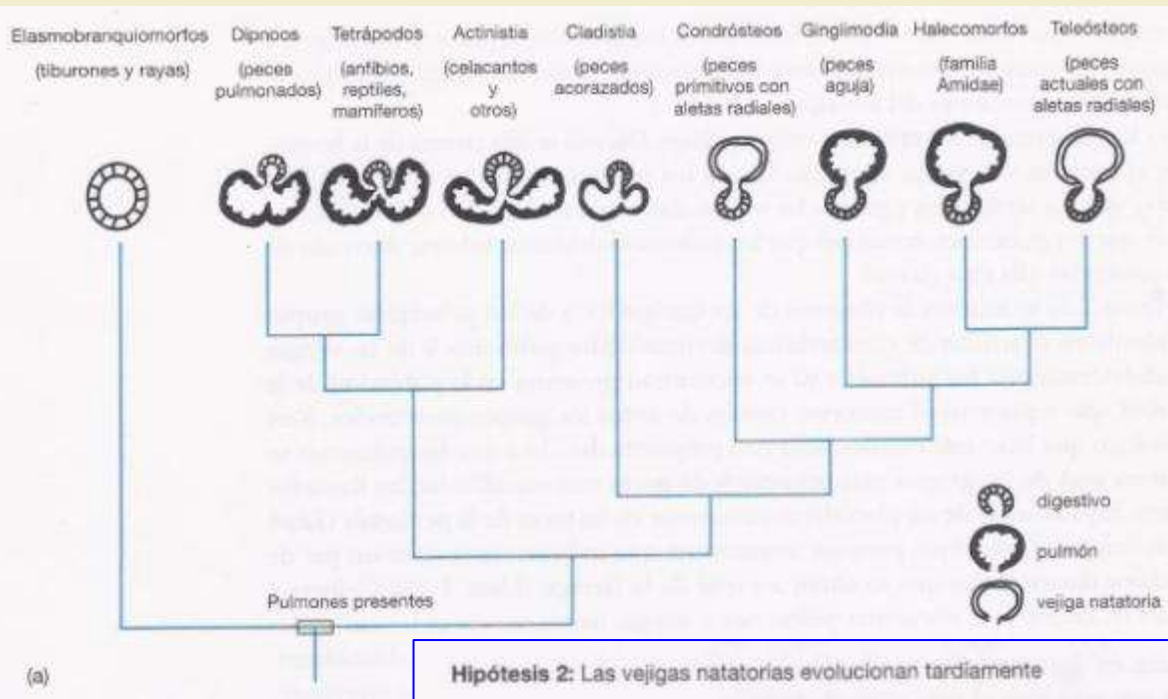
¿Cuántos cambios ocurrieron?

**Hipótesis 2: Las vejigas natatorias evolucionan tardíamente**



# Filogenia: basada en características de pulmones y vejigas

**Parsimonia: se acepta la hipótesis 2 (2 cambios en lugar de 4)**

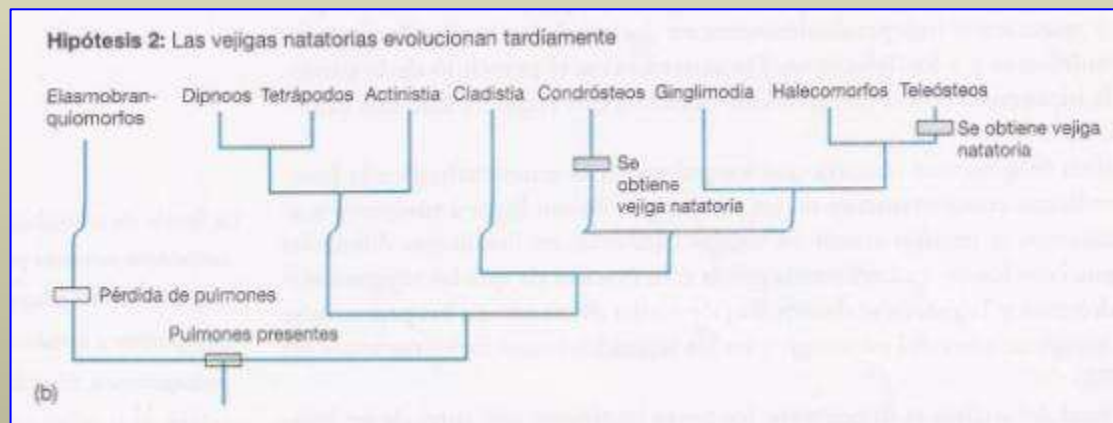
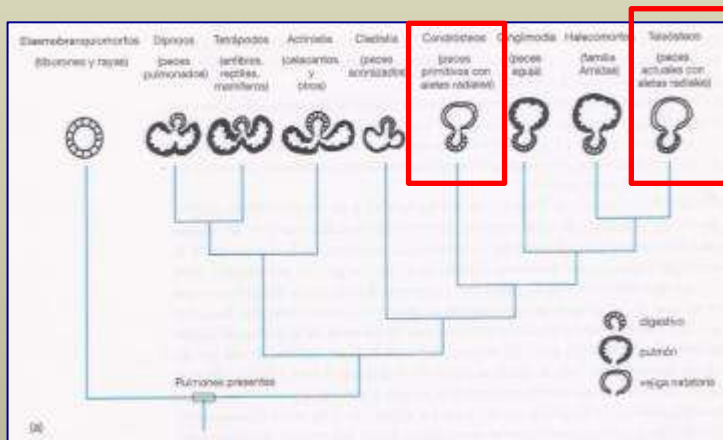


# Filogenia: basada en características de pulmones y vejigas

Conclusión: Los pulmones se encontraban en la base del árbol, se perdieron en los elasmobranquios y se transformaron en vejigas natatorias en dos linajes diferentes de peces

## Vejigas Natatorias

- Condrósteos; Invaginaciones del estómago
- Telósteos; invaginaciones del esófago

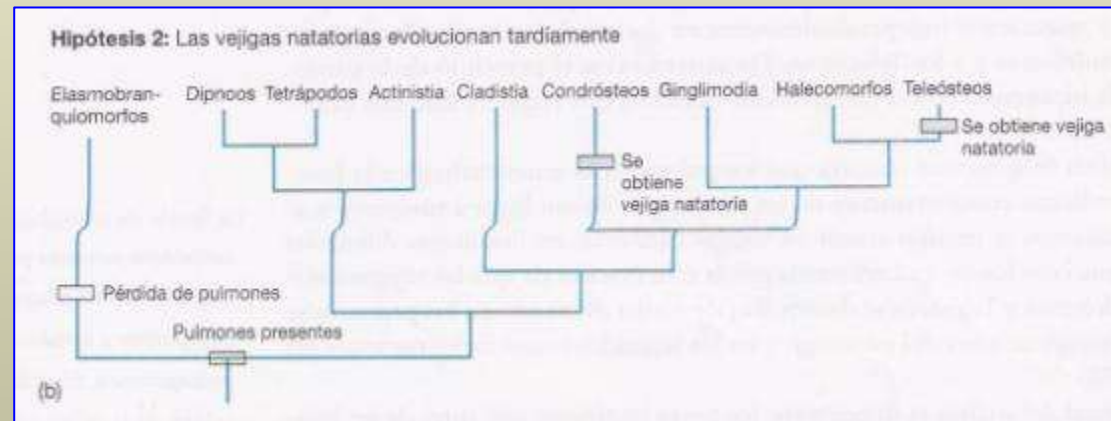
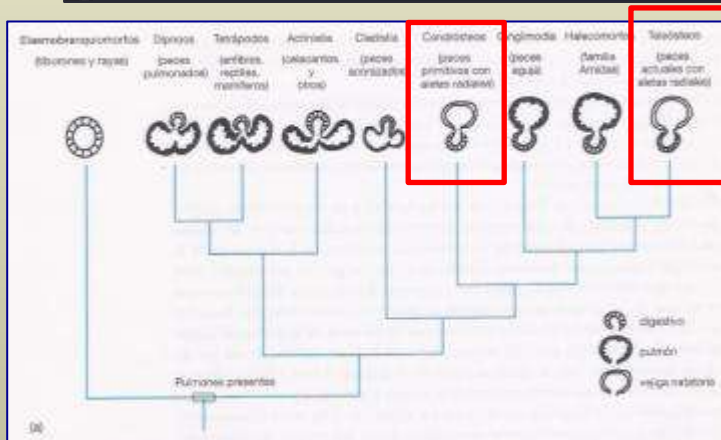


# Filogenia: basada en características de pulmones y vejigas

Conclusión: Los pulmones se encontraban en la base del árbol, se perdieron en los elasmobranquios y se transformaron en vejigas natatorias en dos linajes diferentes de peces

## Vejigas Natatorias

- Condrósteos; Invaginaciones del estómago
- Telósteos; invaginaciones del esófago



Los peces respiraron aire antes de ser buenos flotadores

“No tiene que ser necesariamente el que caracteres muy corrientes sean ancestrales”

# PRUEBAS DE EVOLUCION

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales

#### 2.1.2. Observación directa de cambios en el tiempo

### 2.2. Pruebas del registro fósil

#### 2.2.1. El hecho de la extinción

#### 2.2.2. La ley de la sucesión

#### 2.2.3. Formas de transición

#### 2.2.4. Cambio ambiental

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales



*Amblyopsidae*





## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales



*Blattella sp*



*Apteryx*

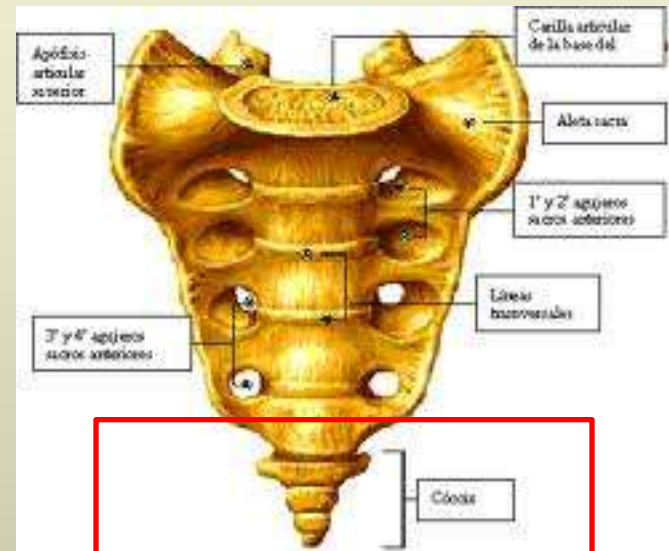
## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales



*Chalcides bedriagai*



## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales

**Estructuras vestigiales;** Parte de un cuerpo no funcional o rudimentaria que es homóloga de una parte que tiene una función importante en especies intimamente relacionadas



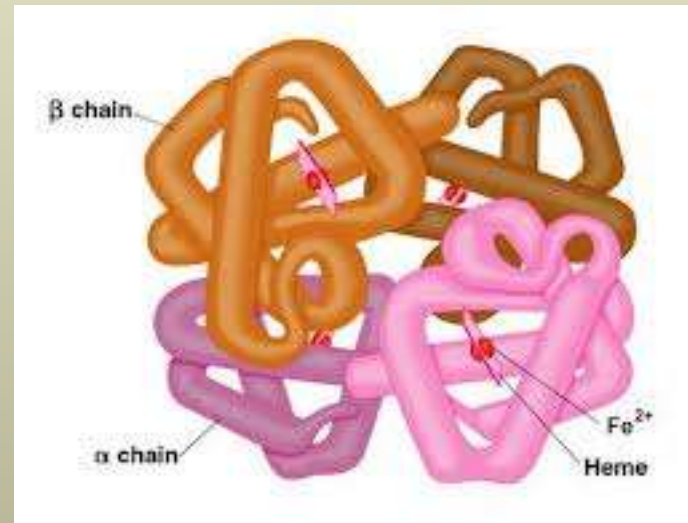
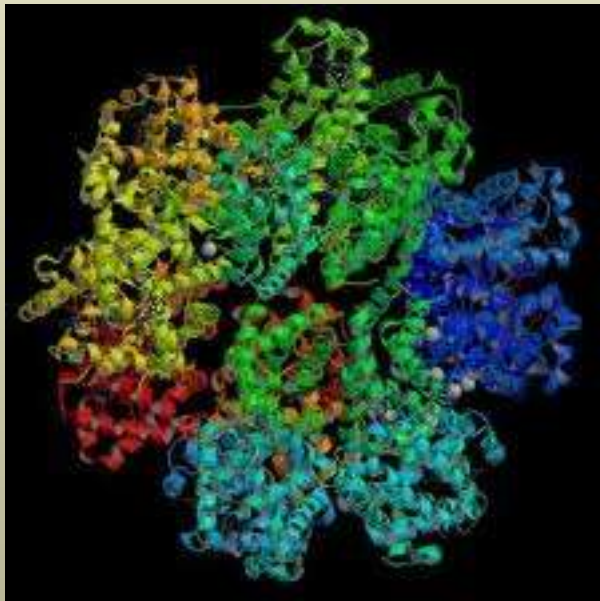
## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales

**A. Nivel genético; Pseudogenes; falsos genes no codifican un RNA funcional o un producto protéico.**

p. e. Familia de subunidades de hemoglobina (3 loci similares en estructura y secuencia a los genes funcionales pero no dan un producto (psi-alfa; parecido al alfa)



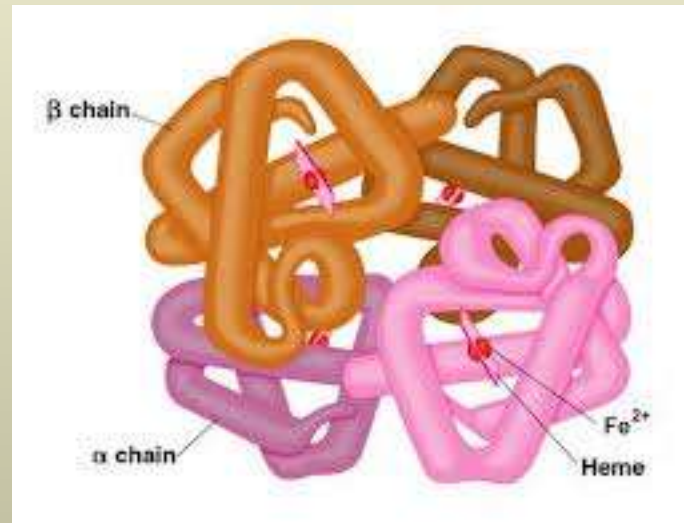
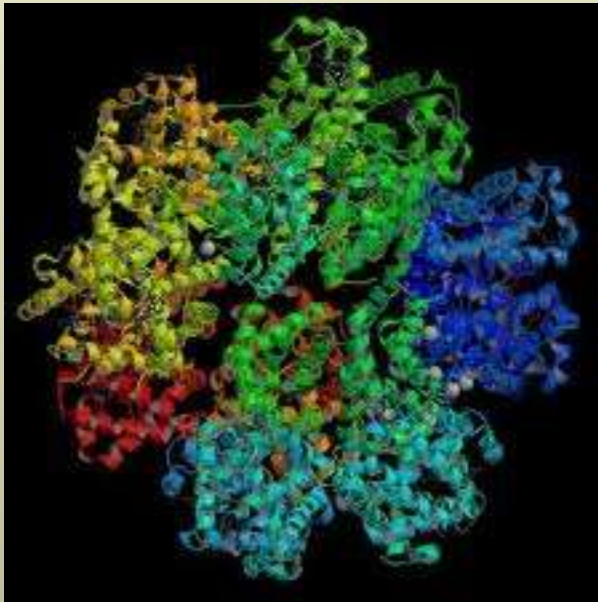
## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales

**A. Nivel genético; Pseudogenes; falsos genes no codifican un RNA funcional o un producto protéico.**

p. e. Familia de subunidades de hemoglobina (3 loci similares en estructura y secuencia a los genes funcionales pero no dan un producto (psi-alfa; parecido al alfa))



$H_{(Evolutiva)}$ ; Una mutación dió origen a un codón stop (o de parada) en la parte central de la secuencia e inutilizó de manera efectiva al locus

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.1. Características vestigiales

**A. Nivel desarrollo.** Gallinas durante su desarrollo aparece un dedo extra durante un tiempo breve en alas y patas (Adultos; 3 y 4 respectivamente)

La mayoría de los tetrapodos fósiles y vivientes tienen cinco dedos

$H_{(Evolutiva)}$ : ¿?



Dedo vestigial perdido

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.1. Pruebas en especies actuales

#### 2.1.2. Observación directa de cambios en el tiempo

Cambios a corto plazo (años)



Farolillo (Florida)



*Koelreuteria*

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.2. Pruebas del registro fósil

#### 2.2.1. El hecho de la extinción

**Observaciones del registro fósil: el hecho de la extinción  
(Cuvier 1812)**





## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.2. Pruebas del registro fósil

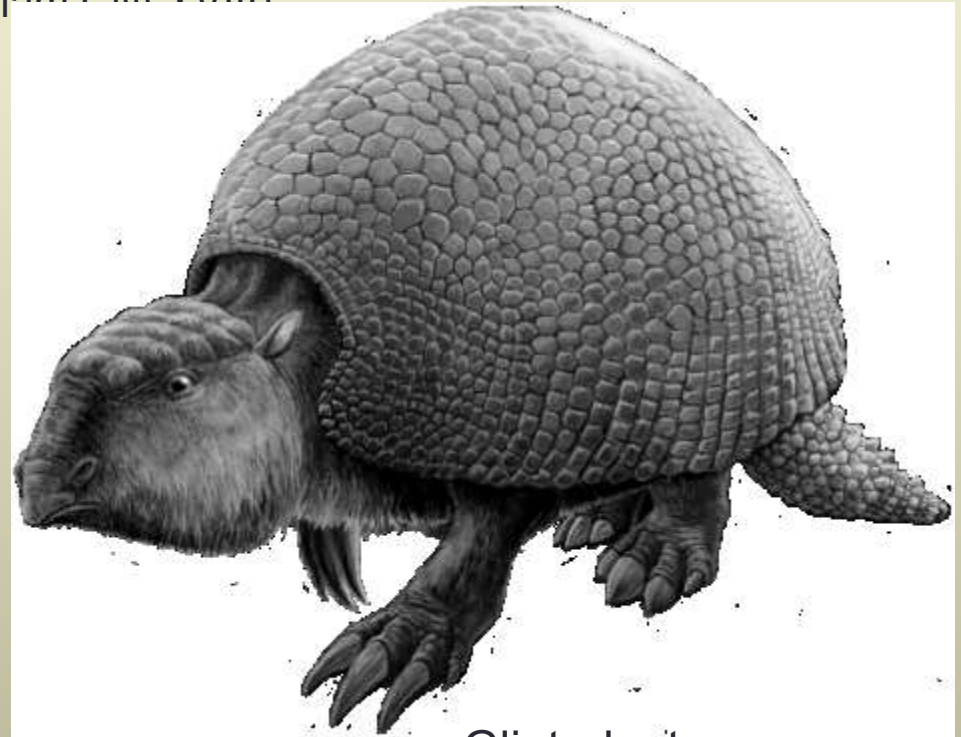
#### 2.2.2. La ley de la sucesión

#### Observaciones del registro fósil

**Ley de la sucesión;** organismos fósiles y vivientes de la misma zona están emparentados (William Clift XVIII)



Armadillo pigmeo (*Zaedyus pichiy*)



Glyptodonto  
(Argentina)

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.2. Pruebas del registro fósil

#### 2.2.3. Formas de transición

### Observaciones del registro fósil:

**Formas de Transición;** especies de transición (Darwin)



Archaeopteryx; dinosaurios y aves

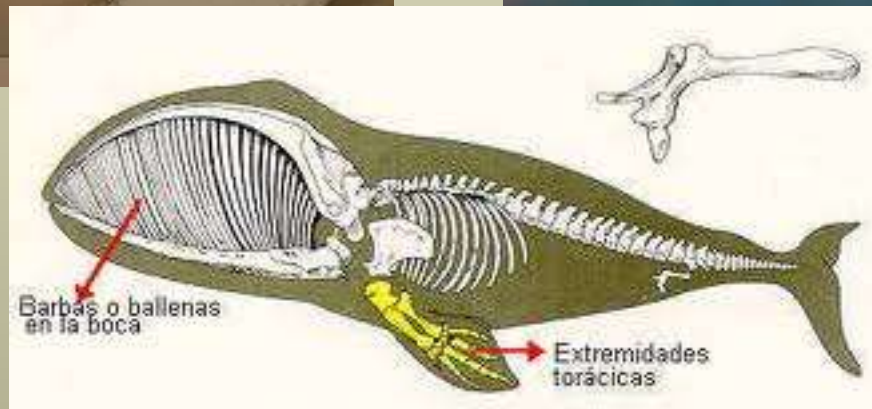
## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.2. Pruebas del registro fósil

#### 2.2.3. Formas de transición

### Observaciones del registro fósil:

Formas de Transición; especies de transición (Darwin)



*Ambulocetus*

## 2. CAMBIO EN EL TIEMPO

### 2.2. Pruebas del registro fósil

#### 2.2.4. Cambio ambiental

**Cambio ambiental;** las condiciones ambientales no se han mantenido constantes (Darwin)



## 3. LA EDAD DE LA TIERRA

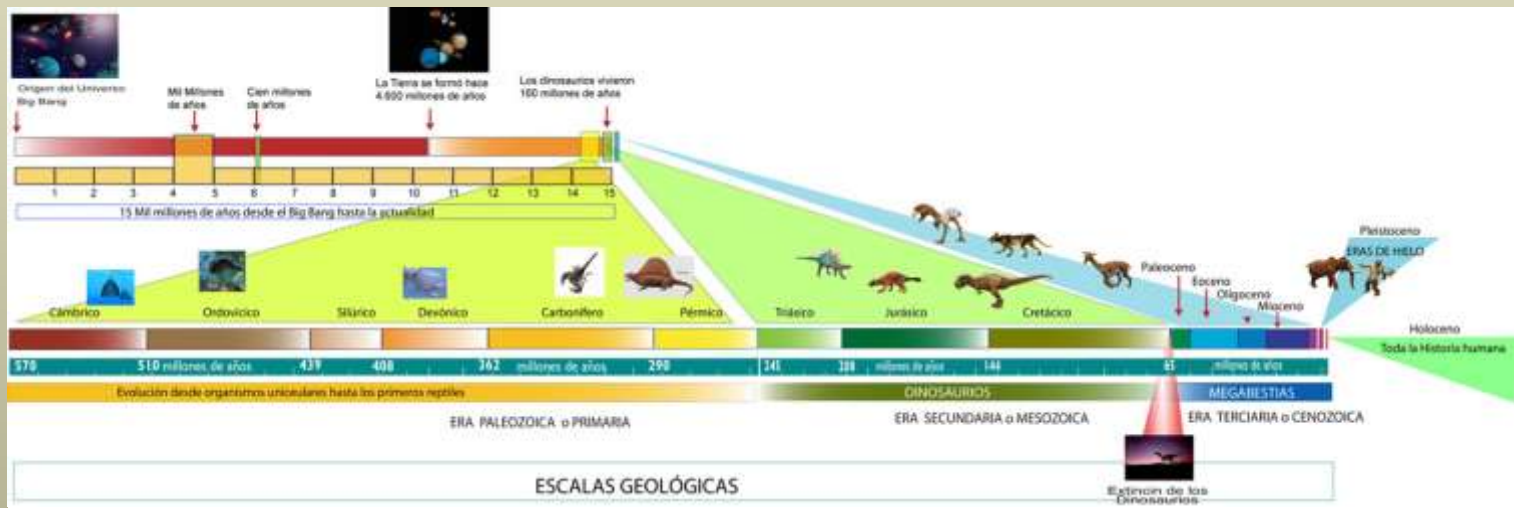
### 3.1. La escala del tiempo geológico

**Principio del uniformismo (James Hutton, XVIII); los procesos geológicos que tienen lugar ahora han actuado de manera similar en el pasado (vs catastrofismo)**

#### **Datación relativa**

Suposiciones: se crea la columna geológica (escala de tiempo geológico)

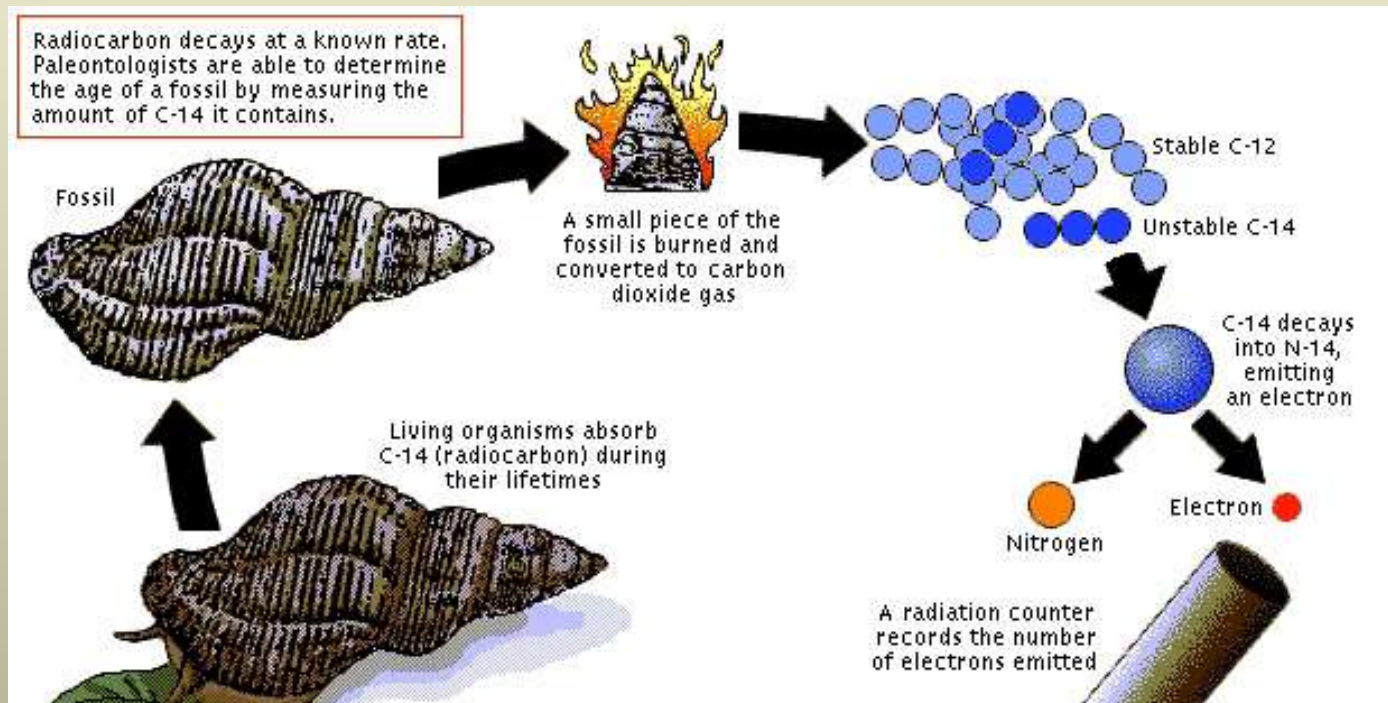
- 1.P. Principio de superposición (rocas jóvenes-viejas)
- 2.P. horizontalidad original (la lava y rocas sedimentarias)
- 3.P. relaciones cruzadas (rocas interpuestas)
- 4.P. inclusiones (roca huésped)
- 5.P. de la sucesión de fauna: Formas de vida fósil más temprana; más simples que las formas más recientes, formas más recientes más similares a las formas actuales



### 3. LA EDAD DE LA TIERRA

#### 3.2. Datación radiactiva

Isotopos inestables; se desintegran, transformandose en otro elemento (a una tasa media) tiempo que tarda el 50% del isótopo original en pasar al otro. Potásio-argón y uránio-plomo



# PRUEBAS DE EVOLUCION

## 4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE DATOS

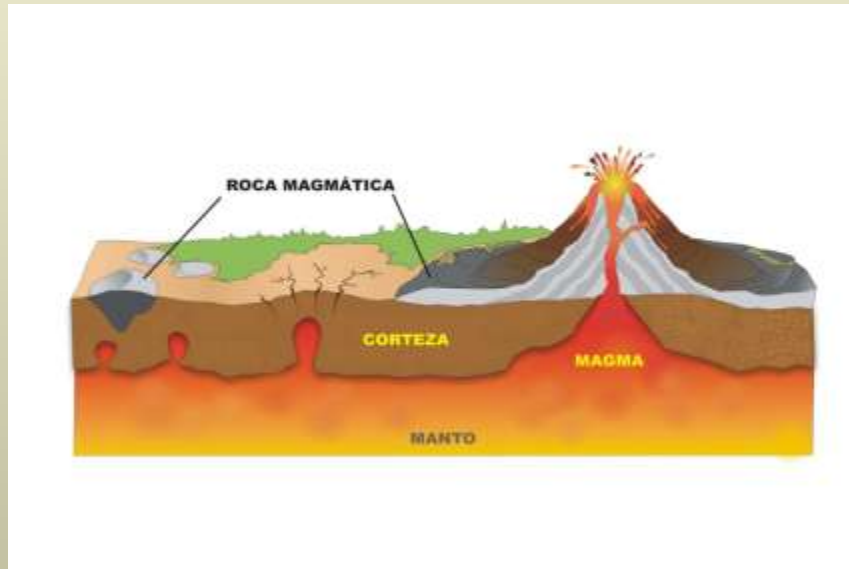
4.1. Cambio geológico y el movimiento de placas

4.2. Historia de los mamíferos marsupiales

## 4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE DATOS

### 4.1. Cambio geológico y el movimiento de placas (Tectónica de placas)

**Corteza terrestre fragmentada en placas (posición ha cambiado con el tiempo, debido a la distribución desigual de calor)**

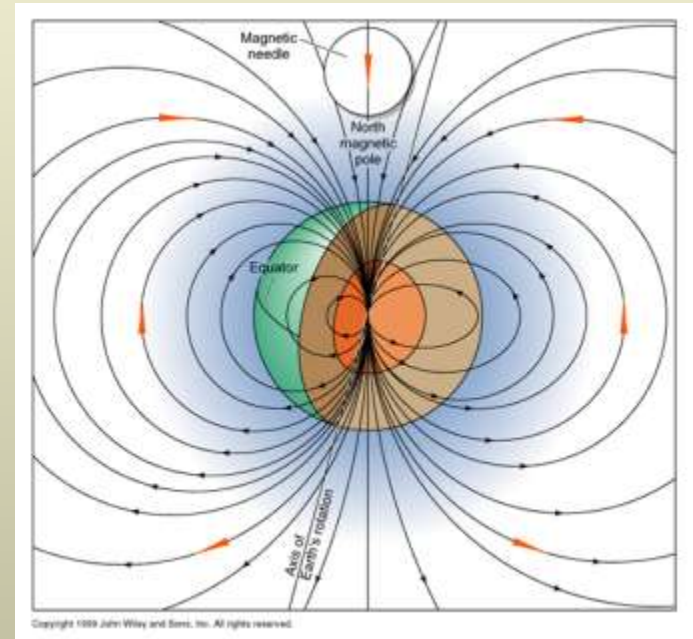
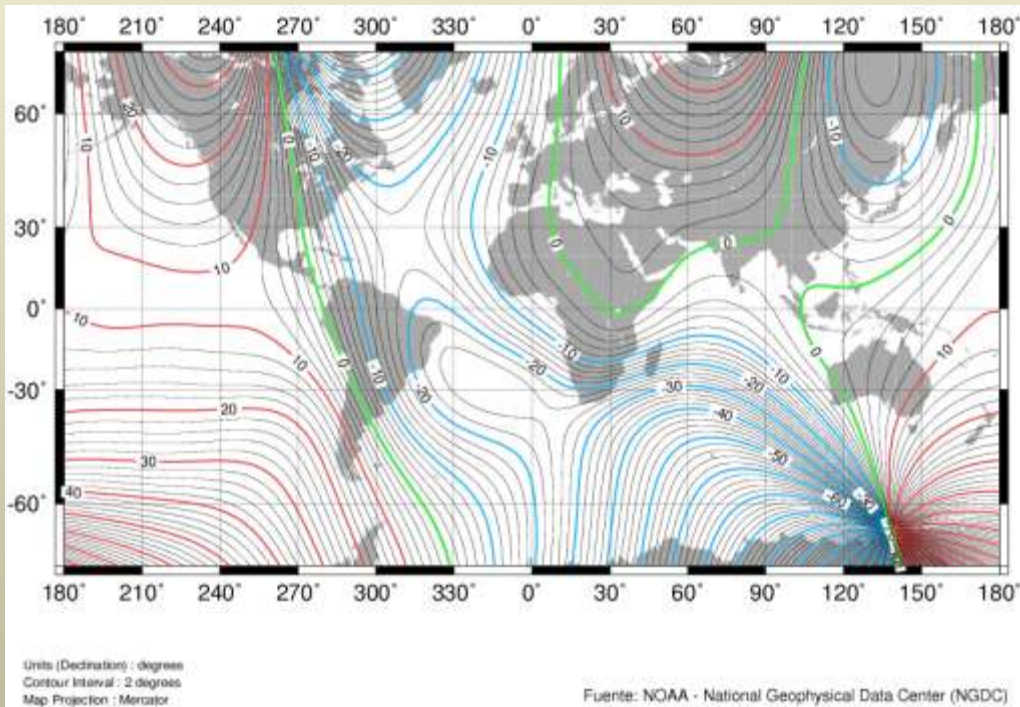




## 4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE DATOS

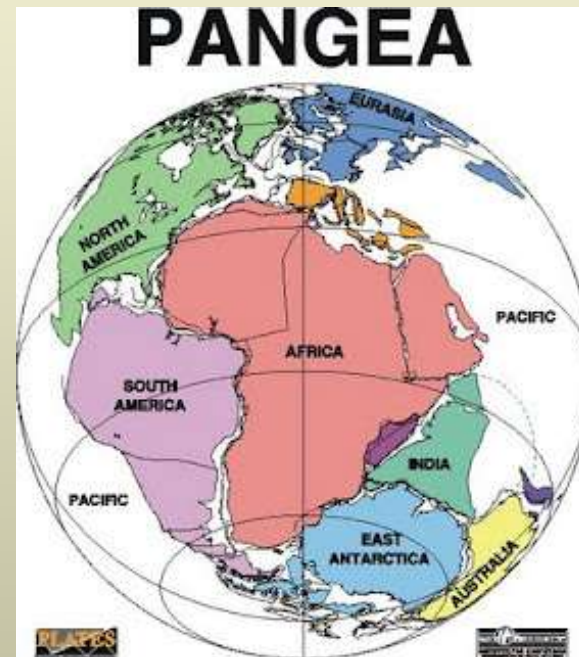
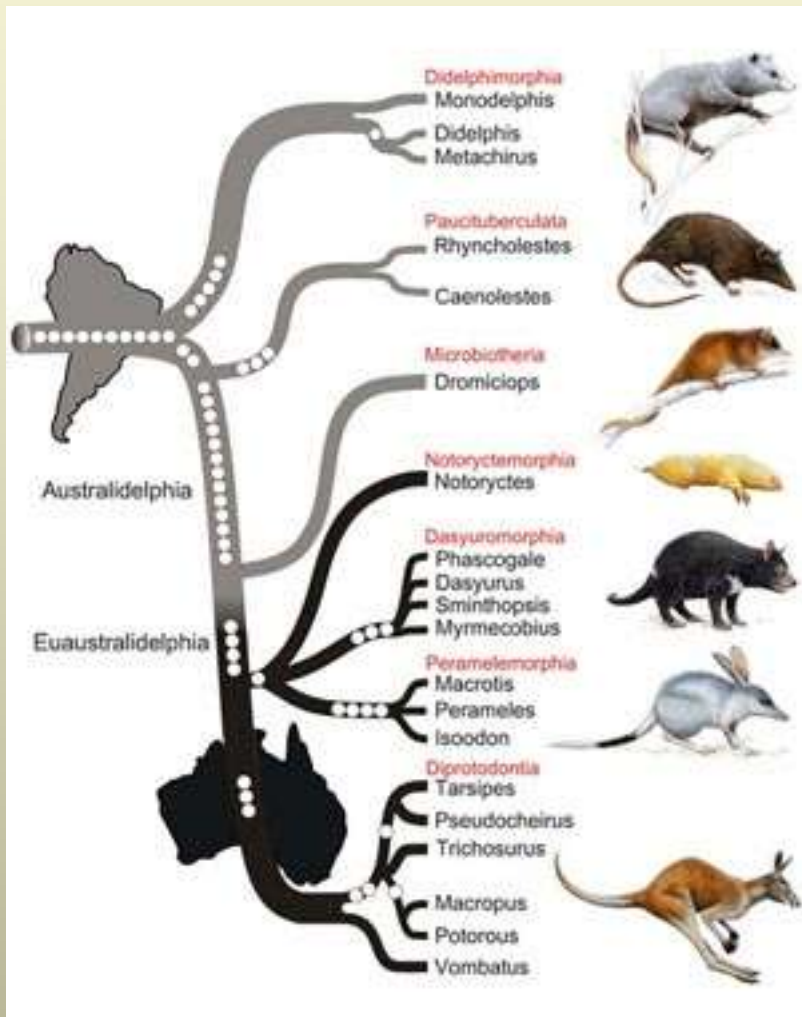
### 4.1. Cambio geológico y el movimiento de placas

- Minerales magnetizados pierden su magnetismo alcanzando la superficie en una erupción volcánica, se enfrían y remagnetizan en dirección al campo magnético cuando se calientan



## 4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE DATOS

### 4.2. Historia de los mamíferos marsupiales



# FUENTES DE INFORMACIÓN

- Darwin, C.R. 1859. El origen de las especies. Porrúa, México D.F.
- Dobzhansky, T.H. 1975. Genética del proceso evolutivo. Extemporáneos, México D.F.
- Dobzhansky, T.H., F.J. Ayala, G.L. Stebbins & J.W. Valentine 1978. Evolución. Omega, Barcelona.
- Endler, J.A. 1986. Natural Selection in the Wild. Princeton University Press, Princeton.
- Futuyma, D.J. & M. Slatkin (eds) 1983. Coevolution. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Roughgarden, J. 1979. Theory of Population Genetics and Evolutionary Ecology: an Introduction. MacMillan Pub. Co. inc., New York.
- Simpson, G.G. 1944. Tempo and Mode in Evolution, Columbia University Press, New York.
- Stanley, S.M. 1979. Macroevolution. W.H. Freeman, San Francisco.
- Wainwright P. C. y Reilly S. M. 1994. Ecological Morphology. Integrative Organismal Biology. The University Chicago. EE.UU.
- White, M.J.D. 1978. Modes of Speciation. W.H. Freeman, San Francisco.
- Wright, S. 1969. Evolution and Genetics of Populations, vol. 1-4. University of Chicago Press, Chicago.