

# Introducción a los conceptos de Filogenia y Ontogenia



# LA BIODIVERSIDAD



## DESARROLLO SUSTENTABLE

El respeto y protección al medio ambiente y los recursos naturales permitirá seguir disfrutando la naturaleza en el futuro. El desarrollo económico sustentable (que se puede sostener a lo largo del tiempo) se basa en el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales, sin rebasar su capacidad de regeneración, preservándolos.

**L**a biodiversidad incluye todos los organismos, especies y poblaciones; la variación genética entre ellos; y todo el ensamblaje complejo de comunidades y ecosistemas.

**T**ambién se refiere a las interrelaciones de genes, especies y ecosistemas y sus interacciones con el ambiente.







NIVELES DE BIODIVERSIDAD



# CONCEPTOS SOBRE BIODIVERSIDAD

Autor/año	Definición del concepto	Contexto
Halffter y Ecurra (1992)	Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Abarca toda la escala de organización de los seres vivos. Se manifiesta en todos los niveles jerárquicos, de las moléculas a los ecosistemas.	Esta contribución está dedicada a aclarar el significado de los distintos niveles de biodiversidad, así como a presentar las metodologías que se usan para su medición.
Solbrig (1994)	La propiedad de los sistemas vivos de ser distintos, es decir, diferentes entre sí. No es una entidad, un recurso, sino una propiedad o característica de la naturaleza.	Surge ante la “urgente necesidad de desarrollar capacidades científicas, técnicas e institucionales” sobre el tema de la biodiversidad. Base del desarrollo del marco conceptual del programa <i>Diversitas</i> .
Heywood y Watson (1995)	Se refiere a la cualidad, rango o grado de diferencias entre las entidades biológicas en un conjunto dado. Es la diversidad de toda la vida y es una característica o propiedad de la naturaleza, no una entidad o un recurso.	Revisión de los principios, teorías y perspectivas sobre aspectos fundamentales de la biodiversidad. Marco teórico para implementar la Convención sobre Diversidad Biológica y algunos capítulos relevantes de la Agenda 21.
Wilson (1997)	Toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o parte de una comunidad local, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo.	Este volumen es el producto de 10 años de estudio sobre la biodiversidad, con énfasis en la formación de conceptos y técnicas. El mensaje central gira en torno a los enormes beneficios potenciales que significa conocer y conservar la biodiversidad, así como al alto costo de perderla.

# ESPECIES DESCRITAS



# Sistemática



**La Sistemática** crea sistemas de clasificación que expresen de la mejor manera posible los diversos grados de similitud entre los organismos vivos.

## Clasificación



Proceso por el cual se establecen y definen los grupos sistemáticos.



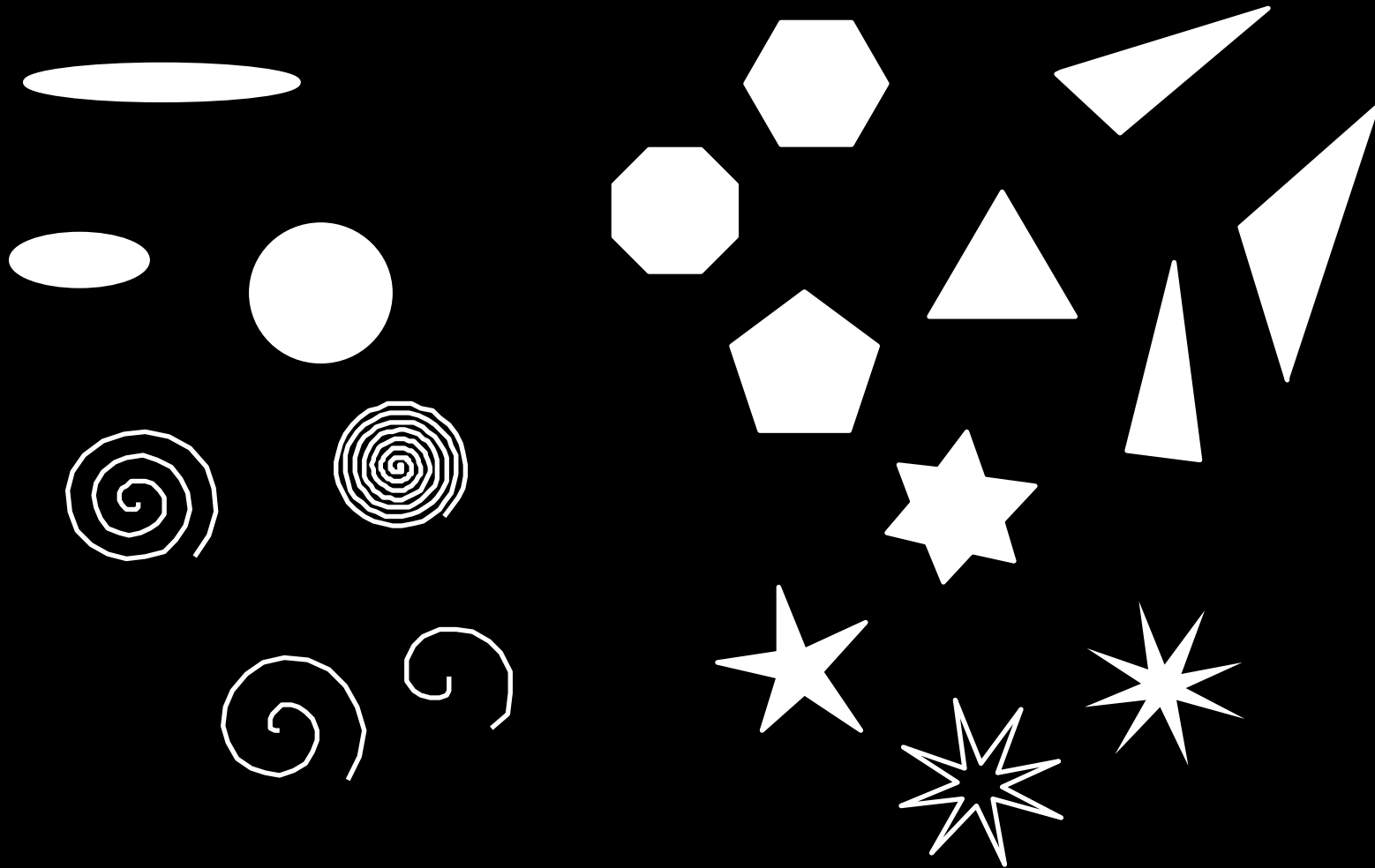
# Taxonomía

Ciencia que se ocupa del estudio de los criterios, normas y leyes de un proceso de **clasificación**. Por tanto se ocupa del estudio y valoración de los caracteres que diferencian unas especies de otros.

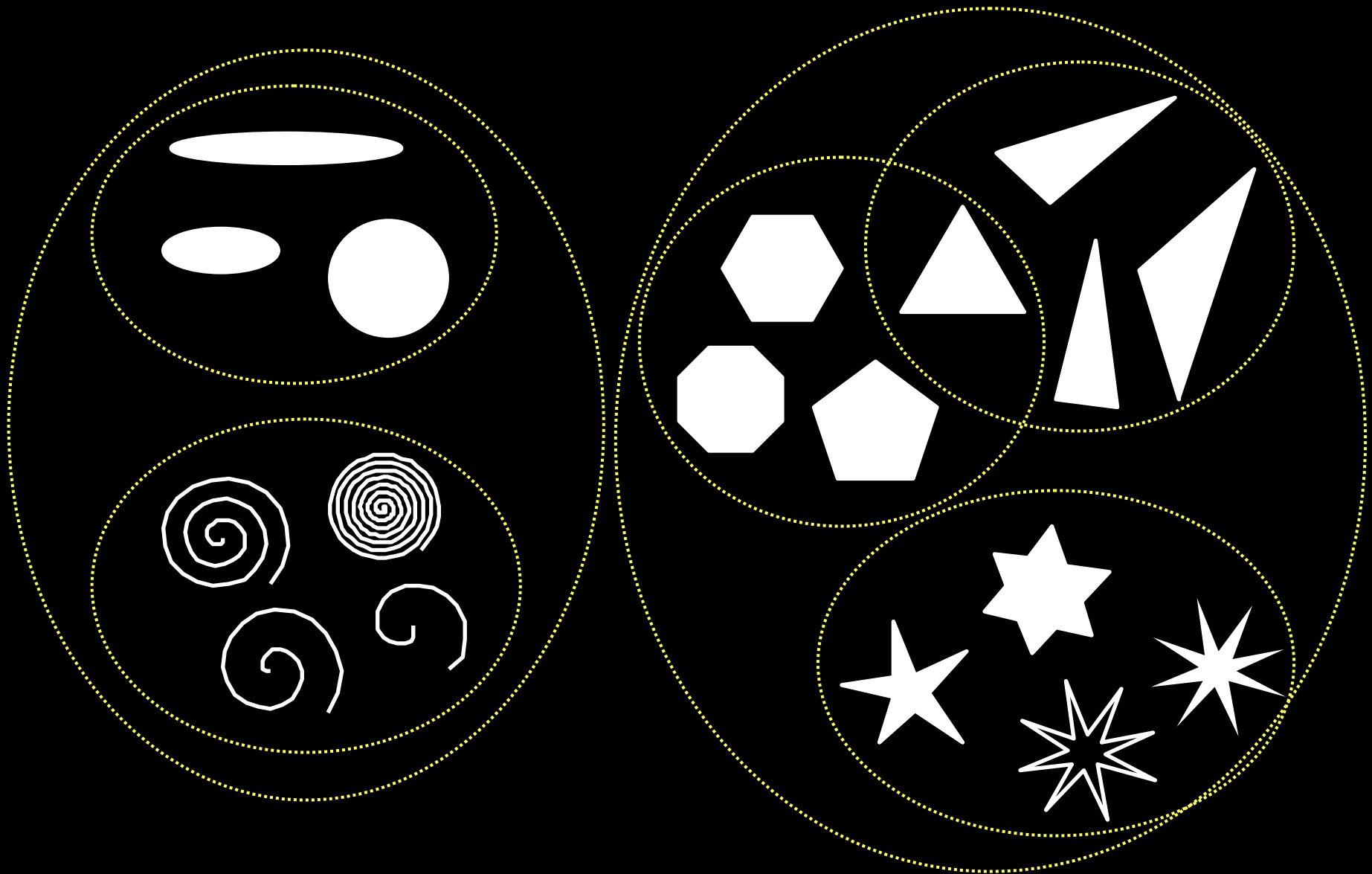
## This image displays a variety of white geometric forms and patterns against a solid black background. The shapes include several polygons such as a hexagon, pentagon, octagon, triangle, and stars of different sizes and orientations. There are also circles, ellipses, and two distinct spiral patterns. The arrangement is scattered across the frame, creating a high-contrast, abstract composition.



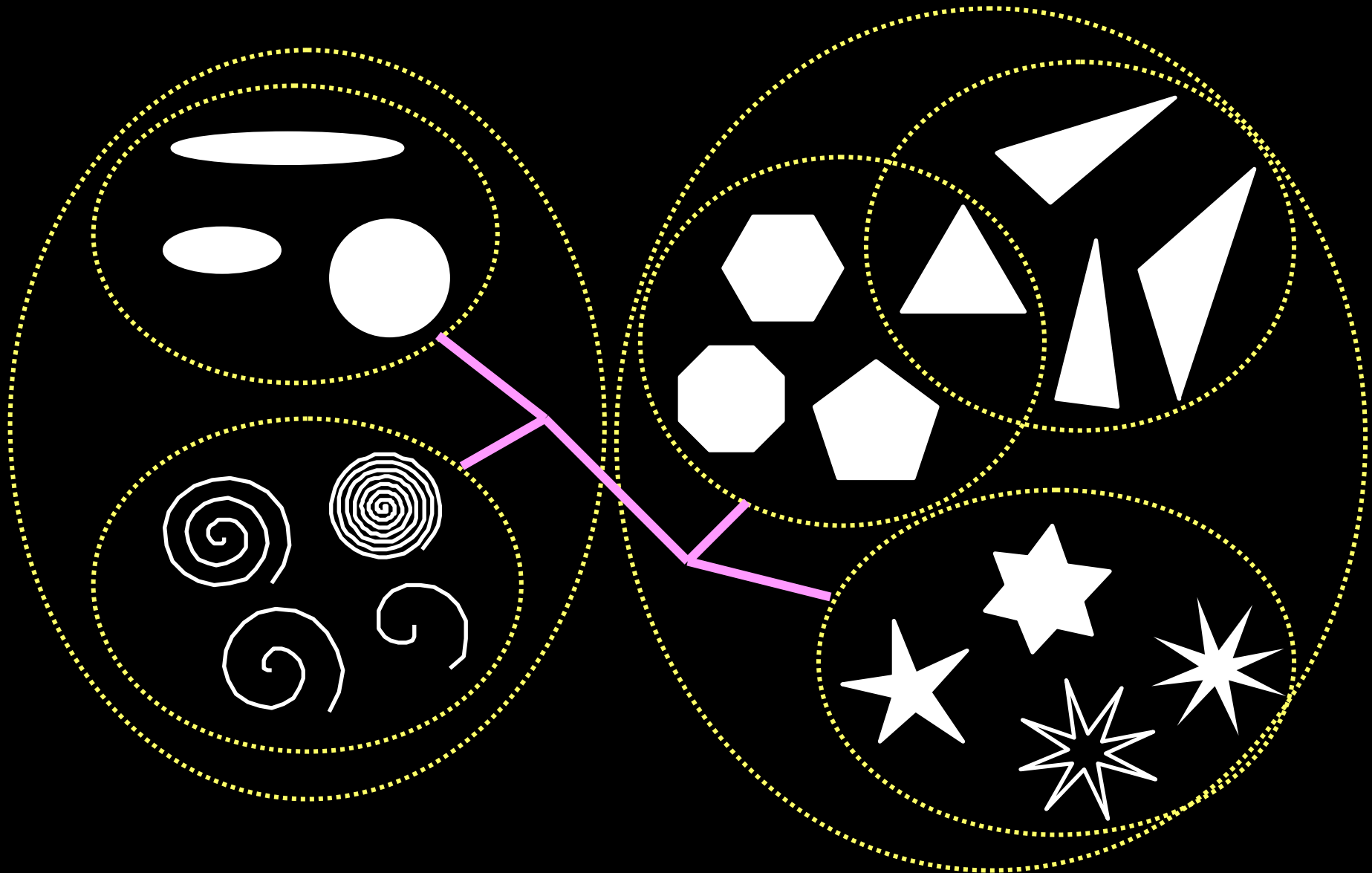
**Se agrupan las formas similares y se clasifican**



**Se establecen jerarquías en la clasificación**



**Y se procede a relacionarlas por parentesco**





# Sistemática: definición y elementos

El estudio de la diversidad biológica desde un punto de vista evolutivo

**Sistemática**

```
graph TD; A[Sistemática] --> B[Taxonomía]; A --> C[Filogenia]
```

**Taxonomía**

La disciplina que se encarga de la clasificación de los seres vivos

**Filogenia**

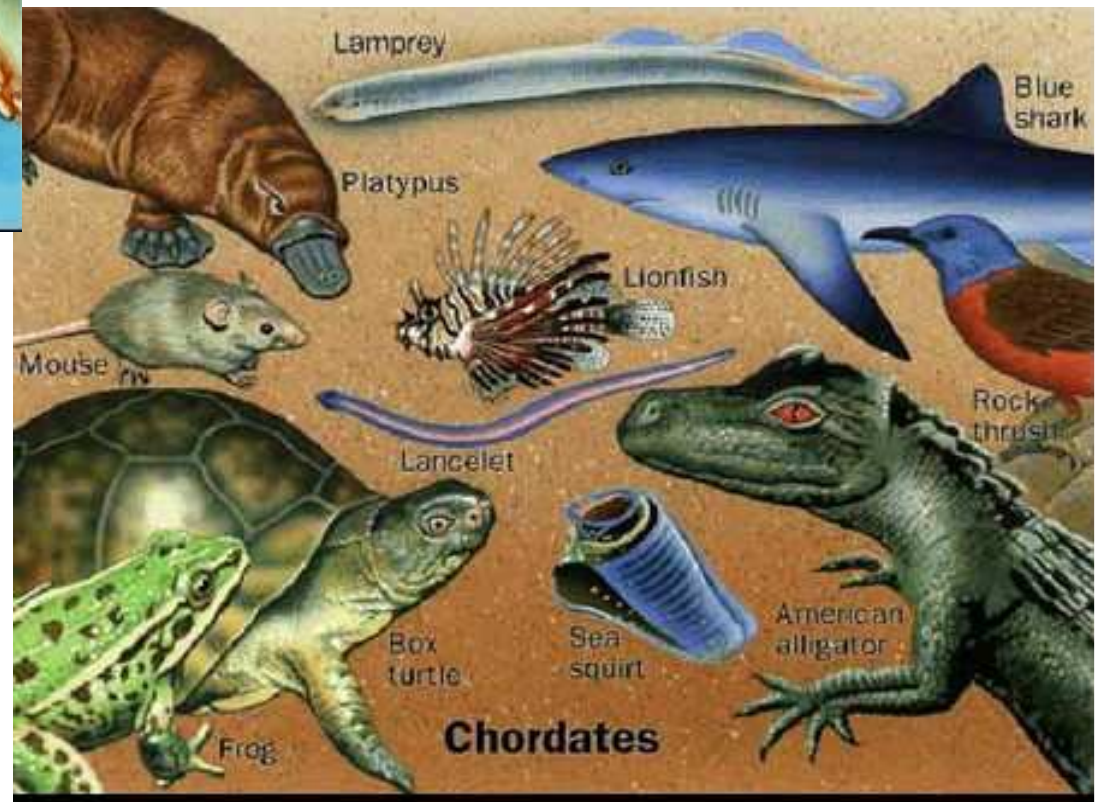
La ciencia que se ocupa de buscar la relación evolutivas entre los seres vivos

# NOMENCLATURA

Necesitamos nombrar algo para que exista. Los nombres son los símbolos de las cosas, son por tanto etiquetas que expresan conceptos



Los nombres nos permiten identificar y diferenciar las cosas.



*Carolus Linnaeus o Carl of Linné o Carlos de Linneo (1707-1778)*

Sistema binomial  
de nomenclatura

Clasificación artificial  
basada en caracteres sexuales

*Species plantarum (1753)*

*Systema naturae (1735)*



Unidad básica de clasificación: **LA ESPECIE**

¿Qué es una especie?



## Concepto de especie:



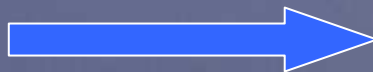
Concepto **tipológico** o **morfológico** (LINNEO): *entidad inmutable a lo largo del tiempo que se diferencia de otras por unas características diagnósticas constantes.* Concepto más taxonómico.

# Nomenclatura Binomial

- Nombres comunes varían entre ciudades y países.
- Código Internacional de nomenclatura
- Género (en mayúscula), especie (en minúscula).



Ejemplo: Mapaná



*Bothrops asper* G.

Nombre vulgar

Género

Epíteto específico

Nombre de autor



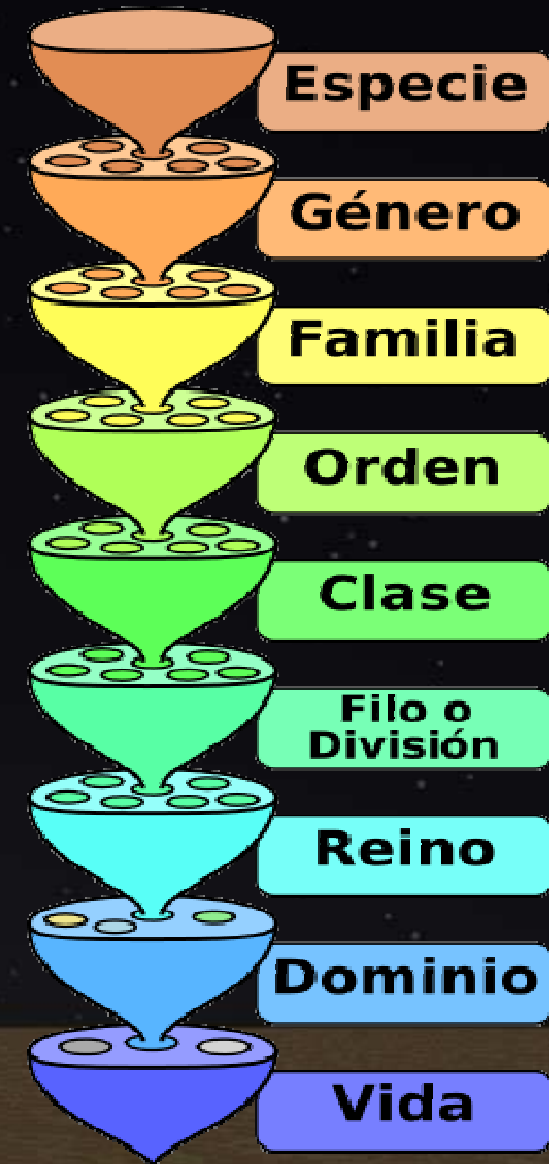
Nombre vulgar: Copihue

Nombre científico: *Lapageria rosea*



# Jerarquía Taxonómica

- Basada en el trabajo de Carolus Linnaeus (1707-1778)
- Taxa son dispuestos en el siguiente orden:



Carolus Linneus , considerado el padre de la Taxonomía, clasificó todos los organismos conocidos en dos grandes grupos: los reinos **Plantae y Animalia**.

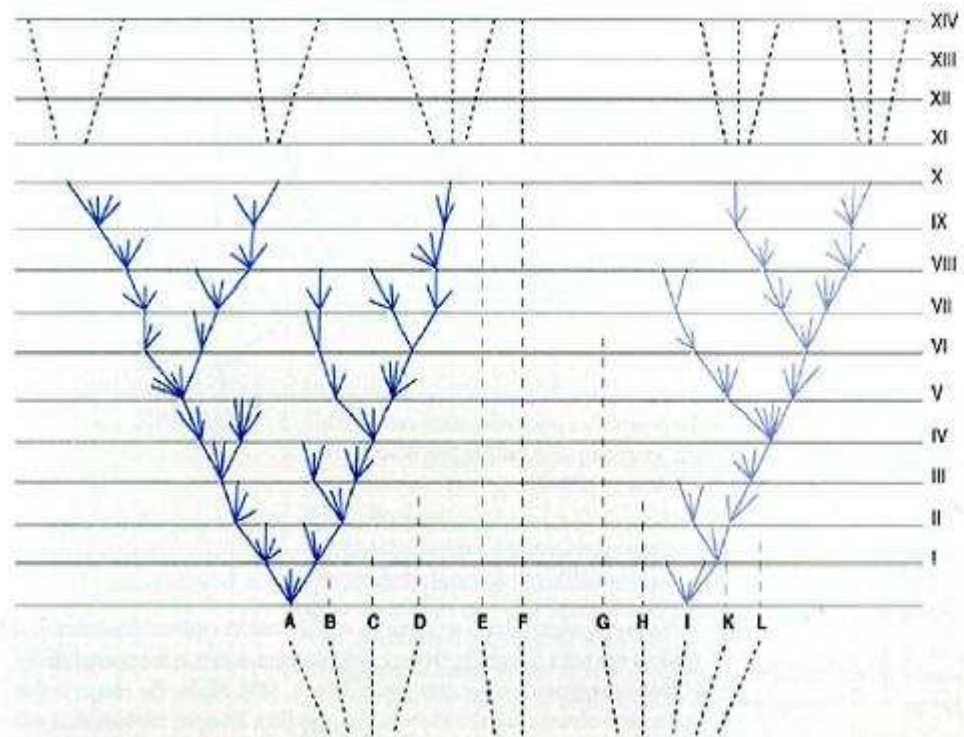
Desarrolló la nomenclatura **binómica** para clasificar y organizar a los animales y las plantas.



Desde que Charles Darwin expuso su teoría de la Evolución, en la manera de relacionar a los seres vivos se introdujo la idea de la descendencia a partir de un ancestro común.

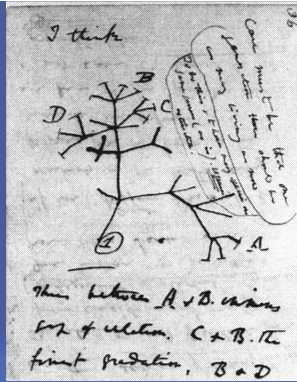
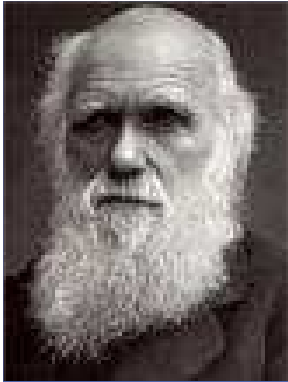
**Darwin:** “Así se producen dos o más géneros, mediante *herencia con modificación*, a partir de dos o más especies del mismo género. Y las dos o más especies progenitoras descienden de alguna especie de un género anterior. En nuestro esquema ello se ilustra mediante las líneas de trazos situadas bajo las letras mayúsculas que convergen hacia un único punto, situado debajo”.

Figure 14.11 The divergent pattern of evolution. From Darwin's *Origin*.



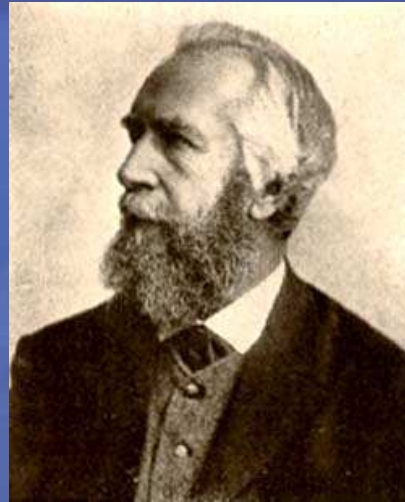
Así surgieron los métodos filogenéticos





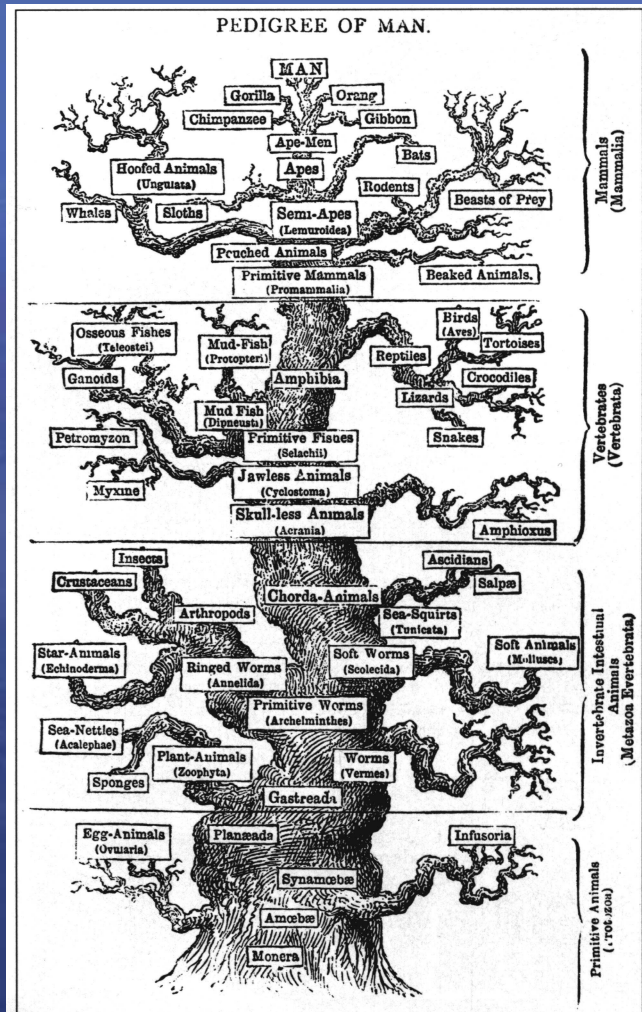
# Inicios del pensamiento filogenético

Notas de Darwin  
("I think ...")



El término  
'phylogenesis'  
fue acuñado  
por E.  
Haeckel,

Su filogenia reflejaba la idea  
antigua de un árbol con la  
humanidad en el tope.



Progreso y Perfección

*Othogenesis* expresaba la noción  
que la evolución había trabajado  
hacia los niveles más altos de  
inteligencia y orden moral



**Equivocado**



**Correcto!**

# Filogenia

La reconstrucción de la historia evolutiva de un grupo, basada en las relaciones entre especies u organismos debido a descendencia común

# Filogenia: especie

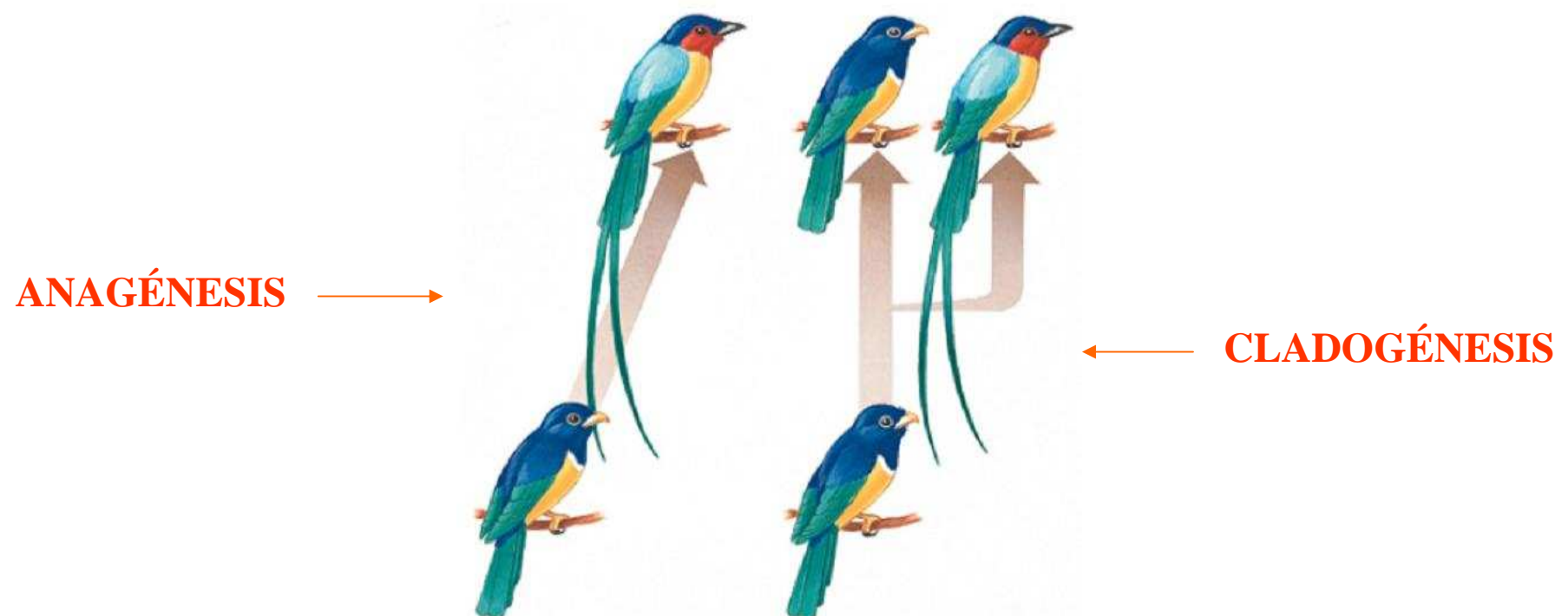
*Una especie es un linaje, una colección de organismos que comparten una historia evolutiva única y que están unidas por las fuerzas cohesivas de la reproducción, un segmento de los linajes evolutivos a un nivel poblacional*

**De Queiroz, 2002**

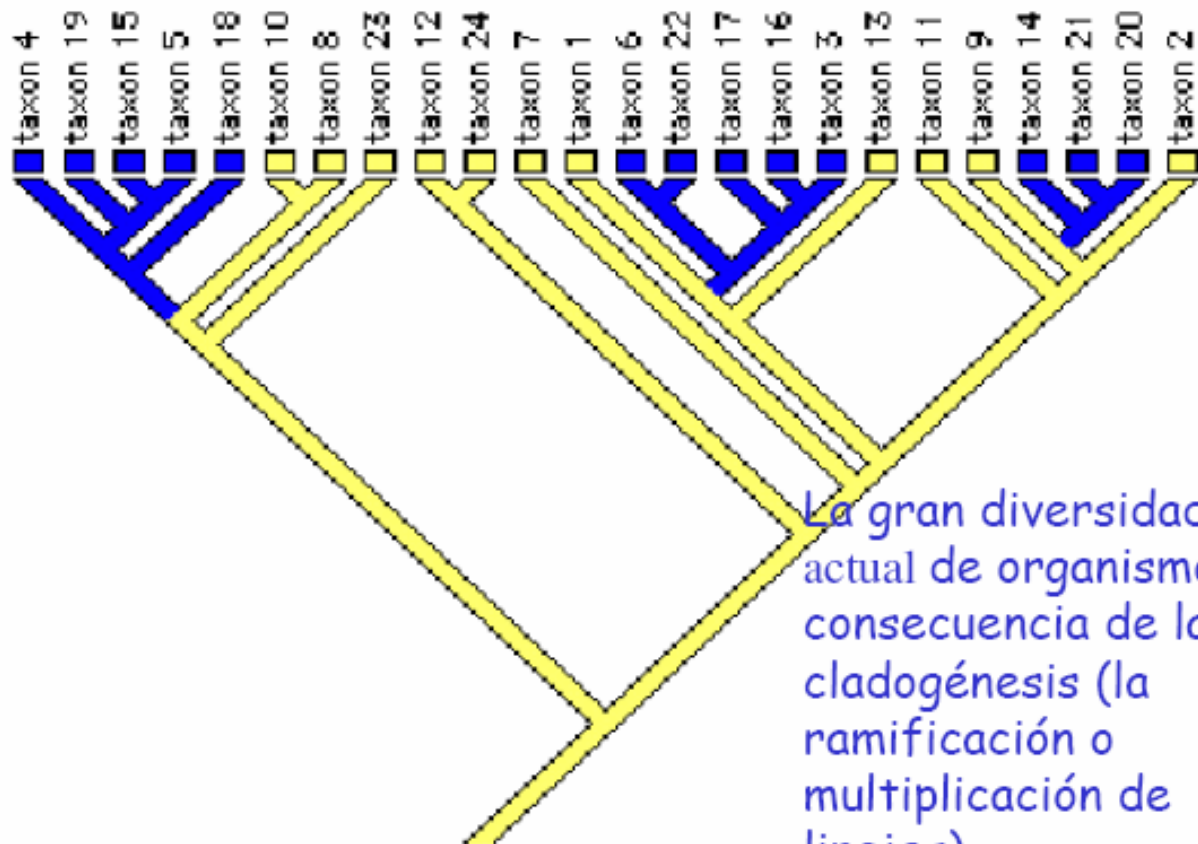


# Estableciendo relaciones Filogenéticas

1. **La Vida** ha surgido solamente una vez
2. **Hubo** un patrón de diversificación (cladogénesis)
3. **Las características** de los organismos cambian con el tiempo (proceso evolutivo).



# Cladogénesis

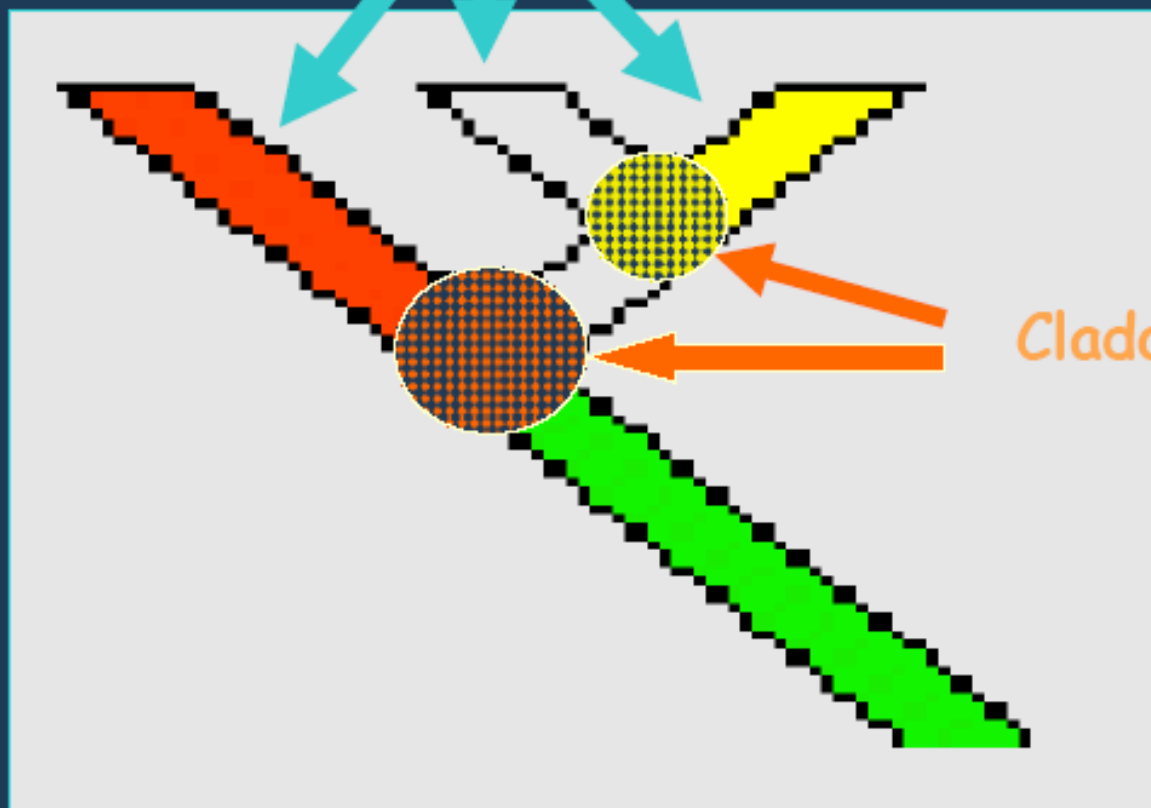


La gran diversidad actual de organismos es consecuencia de la cladogénesis (la ramificación o multiplicación de linajes)

# Anagénesis



Anagénesis

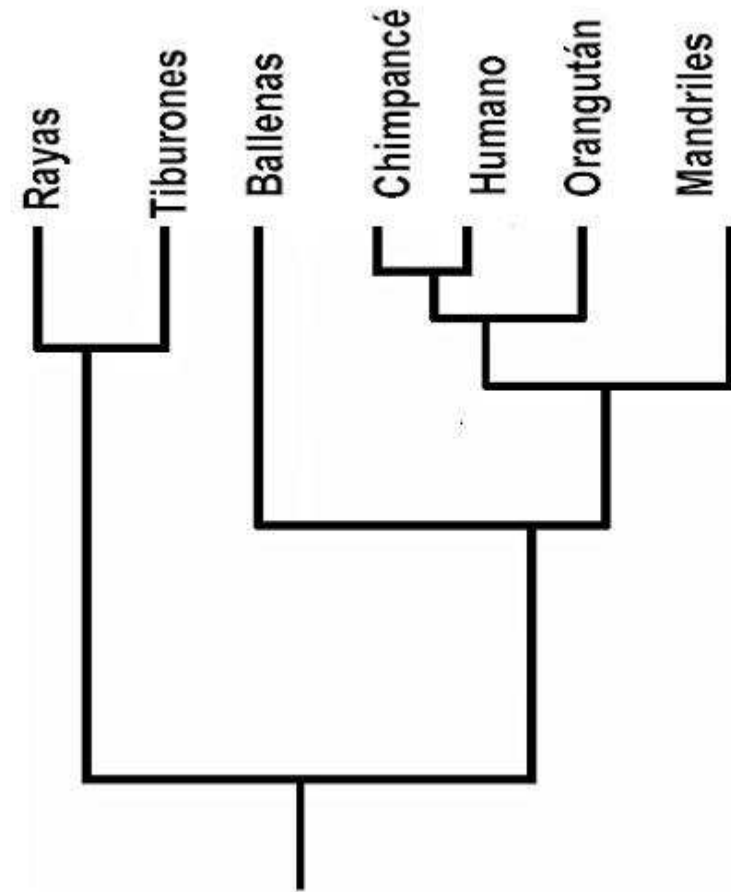
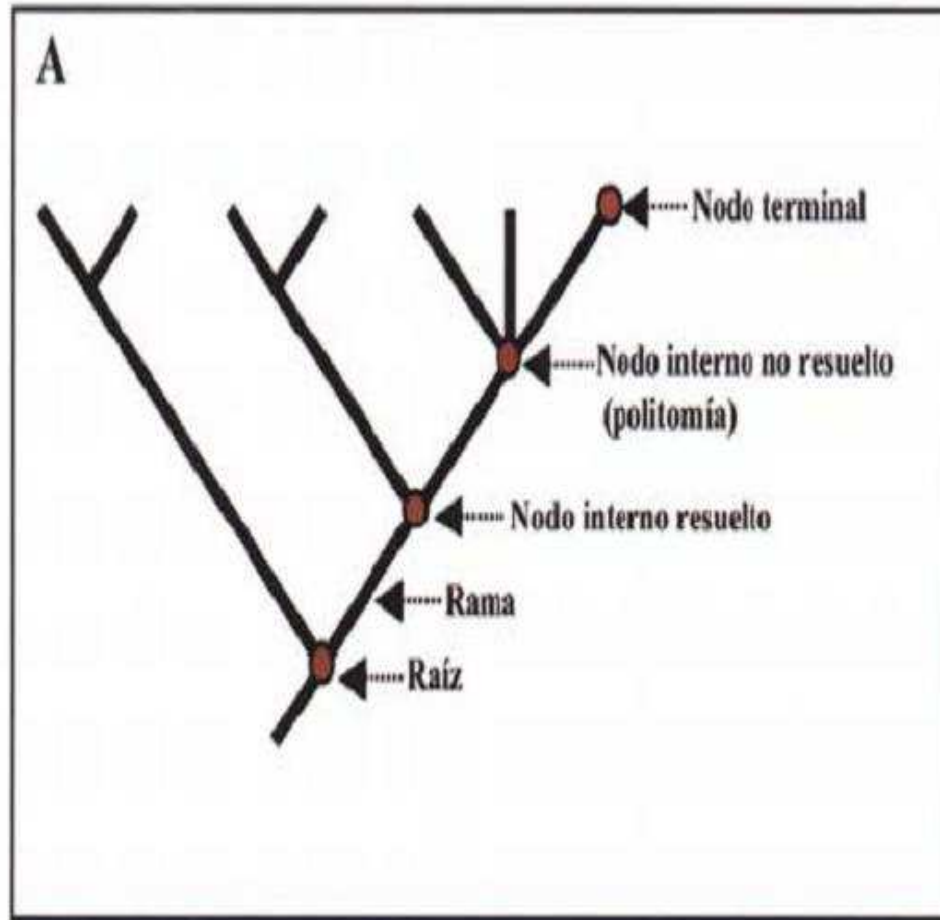


Cladogénesis



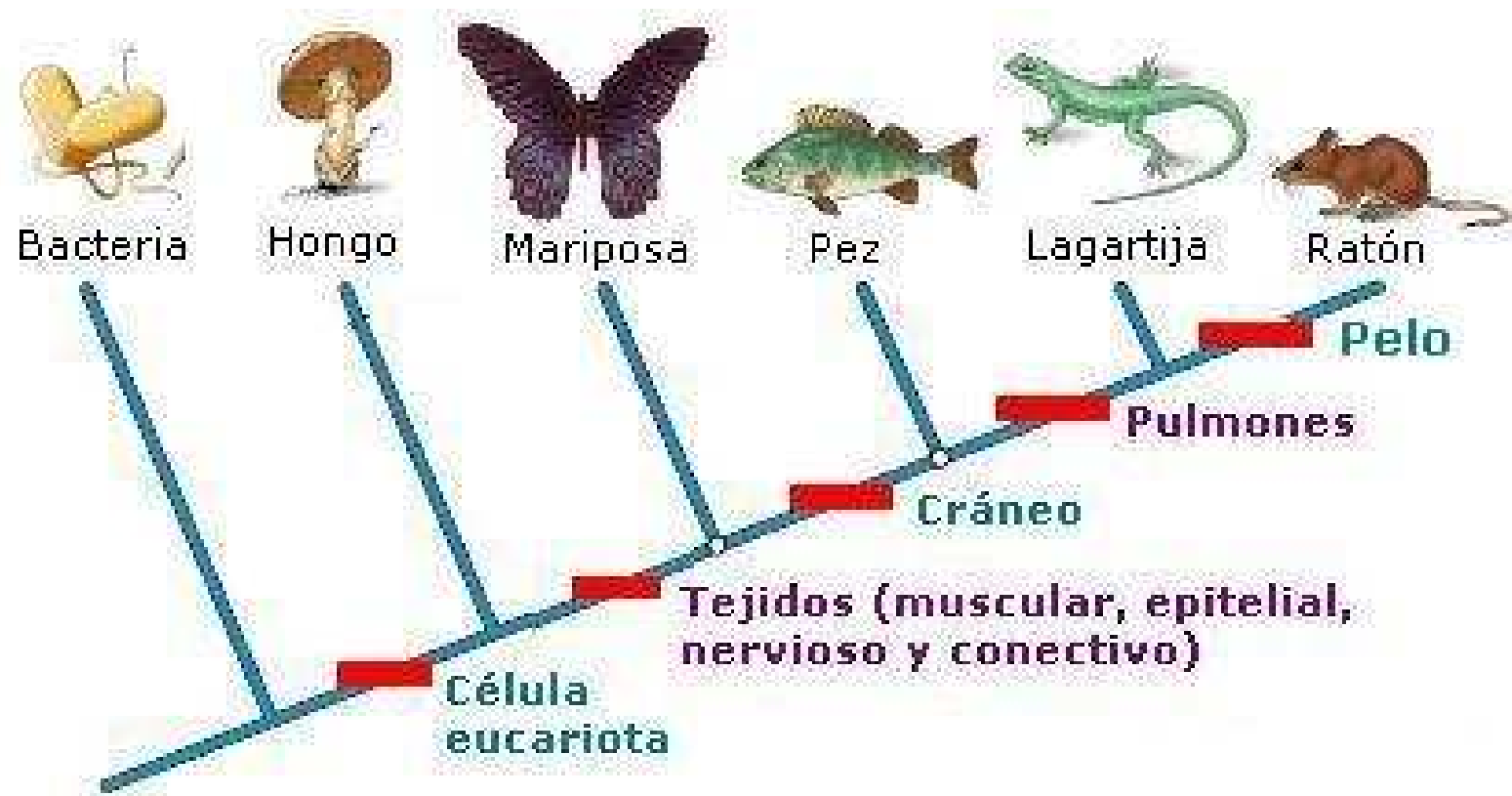


# Conceptos básicos en Filogenia

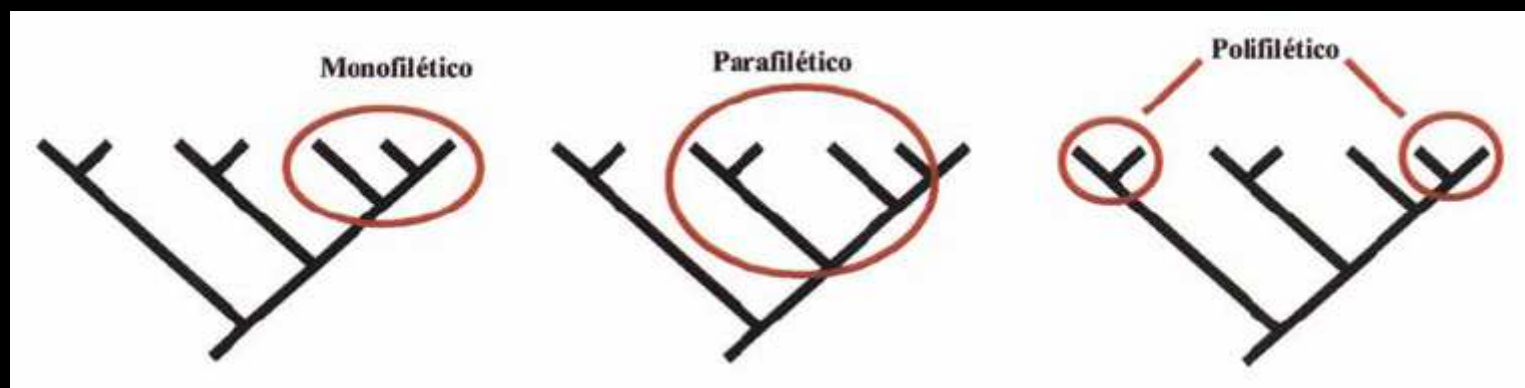
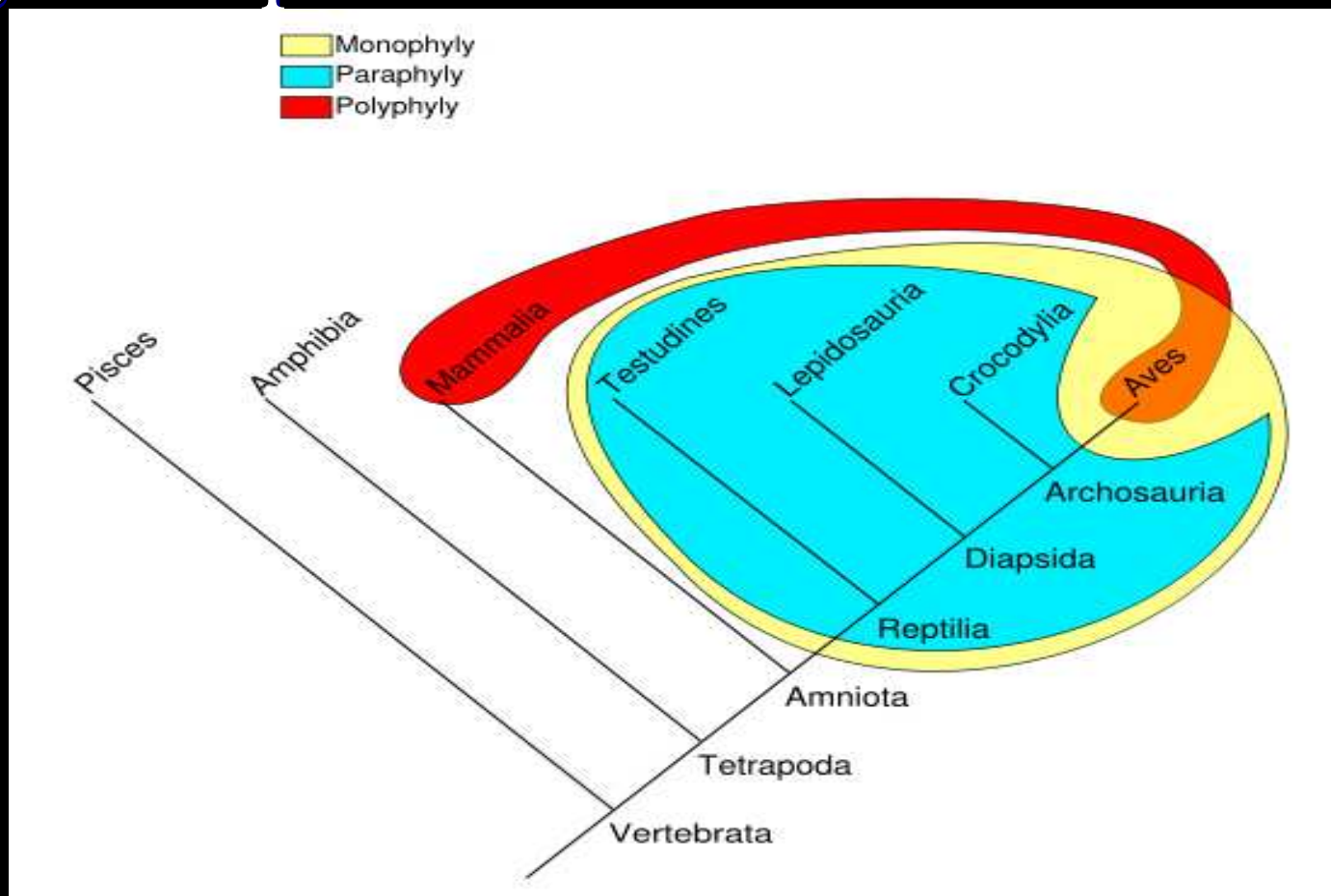


Topología + cantidad de cambio= Filograma

## Algunos caracteres *pueden* ser compartidos con otras especies

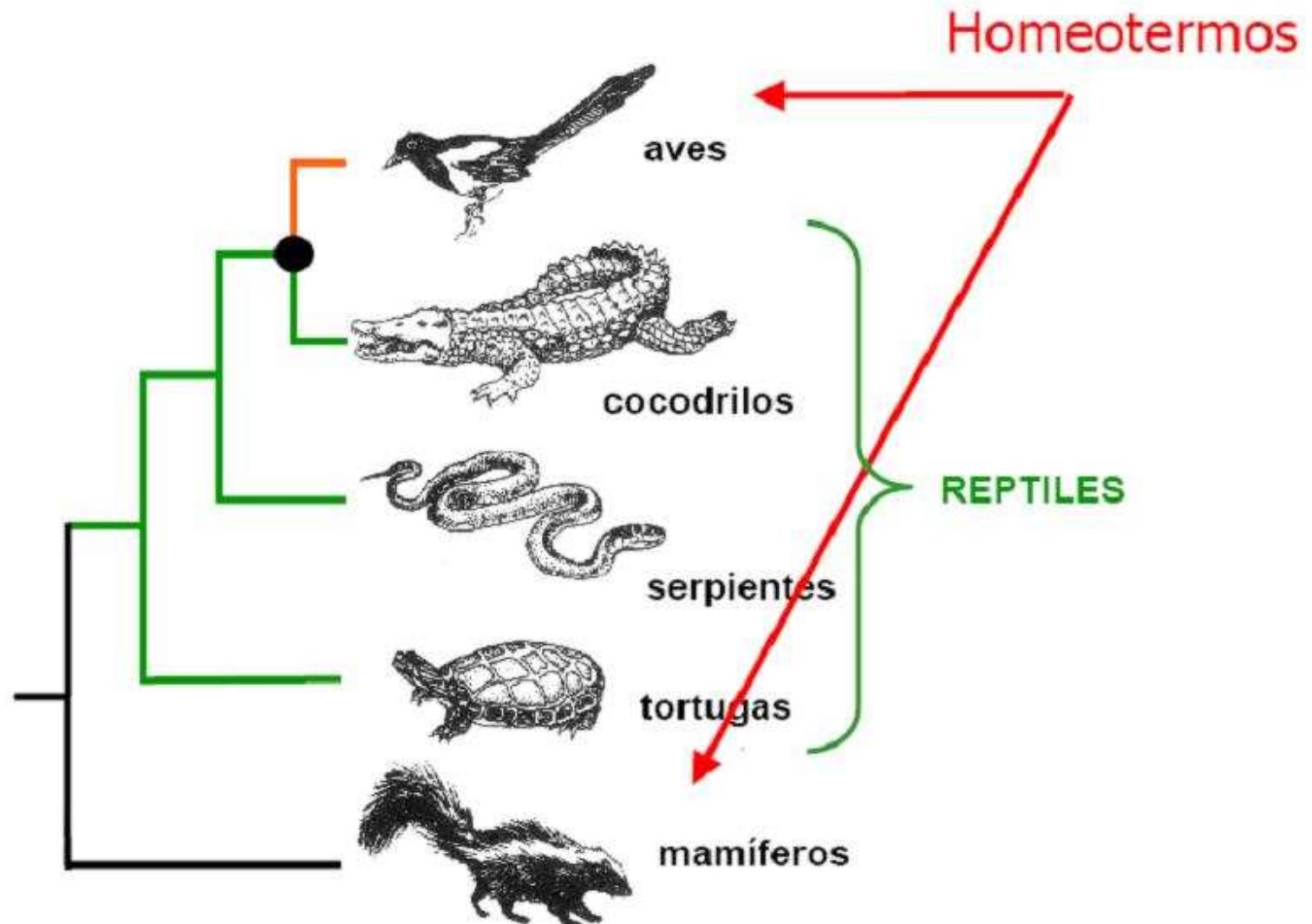


# Filogenia: tipos de taxa

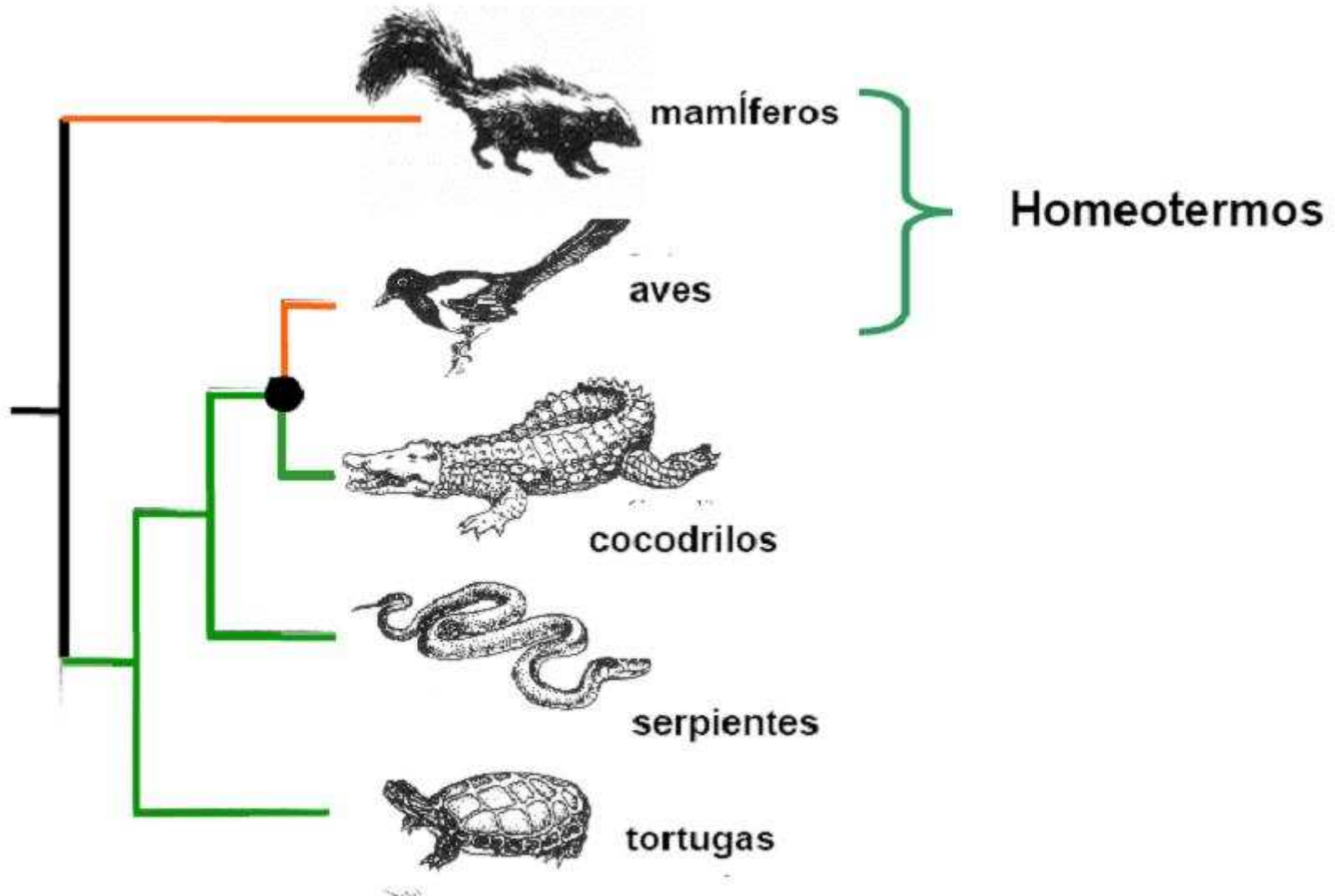




# Reptiles: Grupo Parafilético



# Homeotermos: Grupo Polifilético



**Por tanto, el sistemático filogenético debe:**

- 1. Definir los grupos monofiléticos con los que va a trabajar.**
- 2. Inferir las relaciones filogenéticas entre ellos.**
- 3. Trasladar dicho esquema de relaciones al sistema formal linneano.**



**Esto quiere decir que el proceso fundamental  
consiste en hacer una inferencia filogenética,  
es decir, elaborar una **hipótesis** acerca del  
orden de aparición de los ancestrales  
comunes más recientes.**

de inferencia filogenético en

# Qué es un carácter?

Es un atributo mediante el cual un miembro de un determinado taxón difiere o puede diferir de un miembro de cualquier otro taxón

(Mayr y Ashlock 1991).

**El estado del carácter :**



**Pesencia o ausencia de un atributo, o a una serie de alternativas en las que un rasgo puede presentarse**

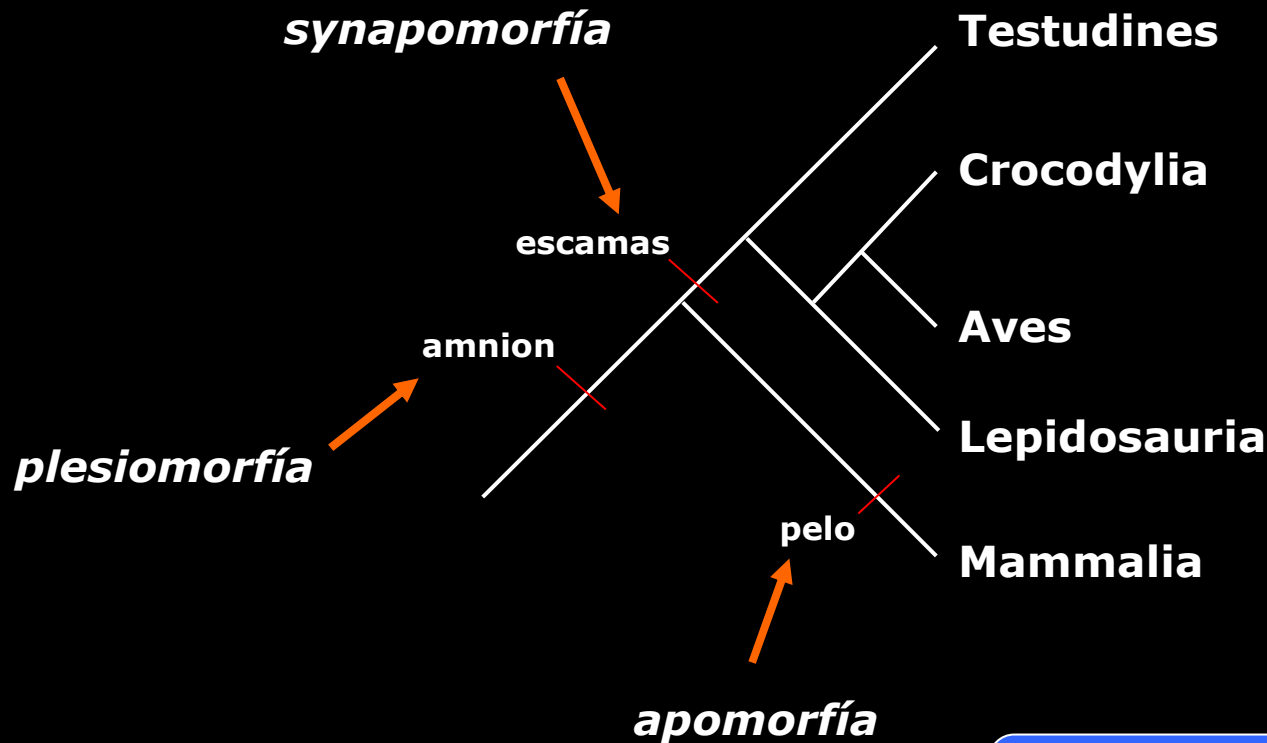
**Tecodontos o Pleurodontos**

# **Tipos de caracteres**

- 1.- Morfológicos:**
- 2.- Fisiológicos:**
- 3.- Moleculares**
- 4.- Comportamentales:**
- 5.- Ecológicos:**
- 6.- Geográficos:**



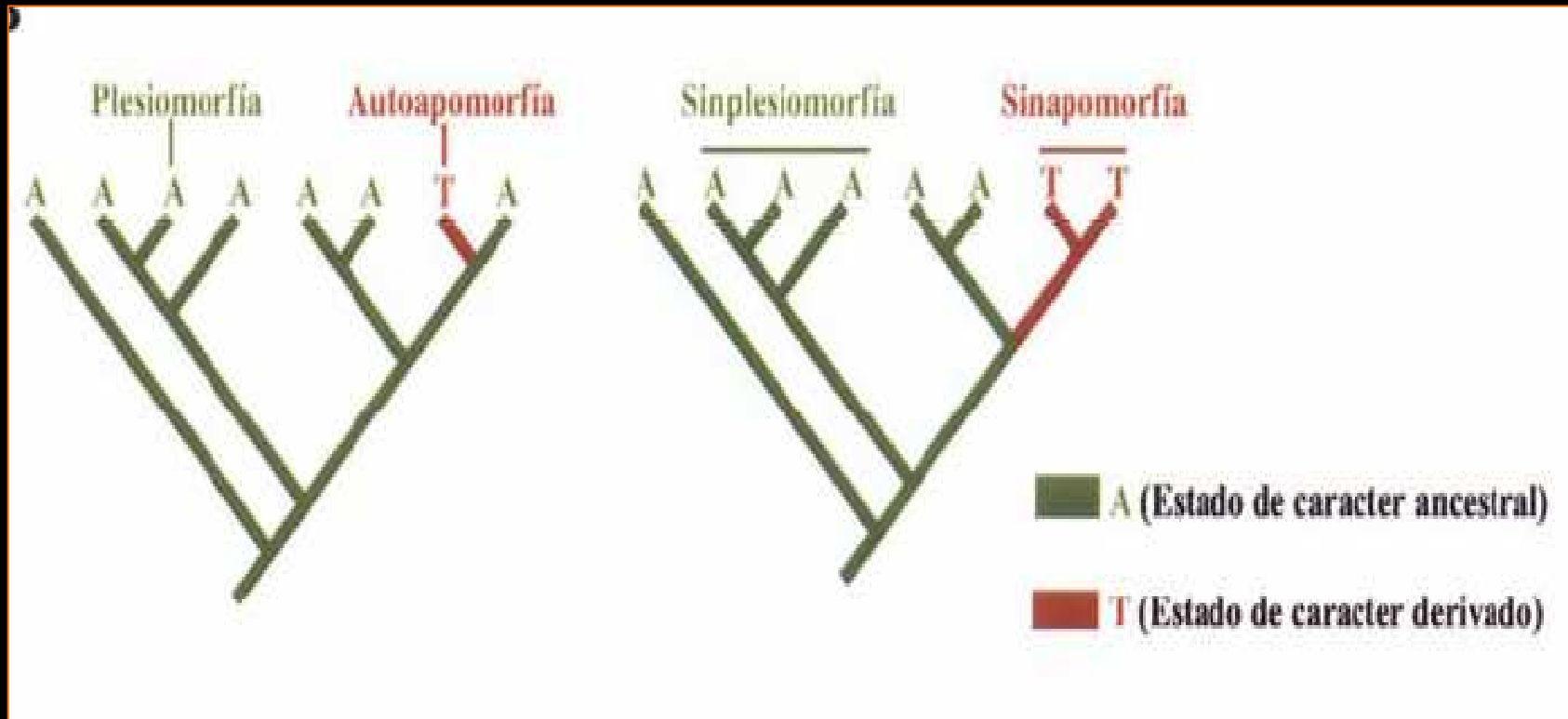
# Filogenia: tipos de caracter



Plesiomorfia: carácter primitivo  
Apomorfia: carácter derivado



# CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN FILOGENIA



# Identificación de caracteres primitivos y avanzados



La capacidad para volar es una plesiomorfía en los colémbolos y una apomorfía en los dípteros.

# Filogenia: tipos de caracter

**Autoapomorfía** : es una especialización única en un grupo

**Sinapomorfía** : es un carácter especializado en dos o más grupos.



El pelo es una autopomorfía en los mamíferos, mientras que el corazón tetracavitario es una sinapomorfía si se consideran a los mamíferos y a las aves juntas.

**Simplesiomorfía** : es un carácter primitivo compartido



La pentadactilia es una simplesiomorfía en los tetrápodos.



## Según el principio filogenético

Las **sinapomorfías** son el único criterio válido para agrupar organismos en taxones.

- 1. Determinar** las sinapomorfías (qué caracteres son derivados dentro del grupo y compartidos por dos o más taxones).
- 2. Construir** un diagrama que refleje la hipótesis de relaciones de parentesco a partir de dichas sinapomorfías.

# CLADÍSTICA

## 1. Caracteres plesiomórficos = ancestrales

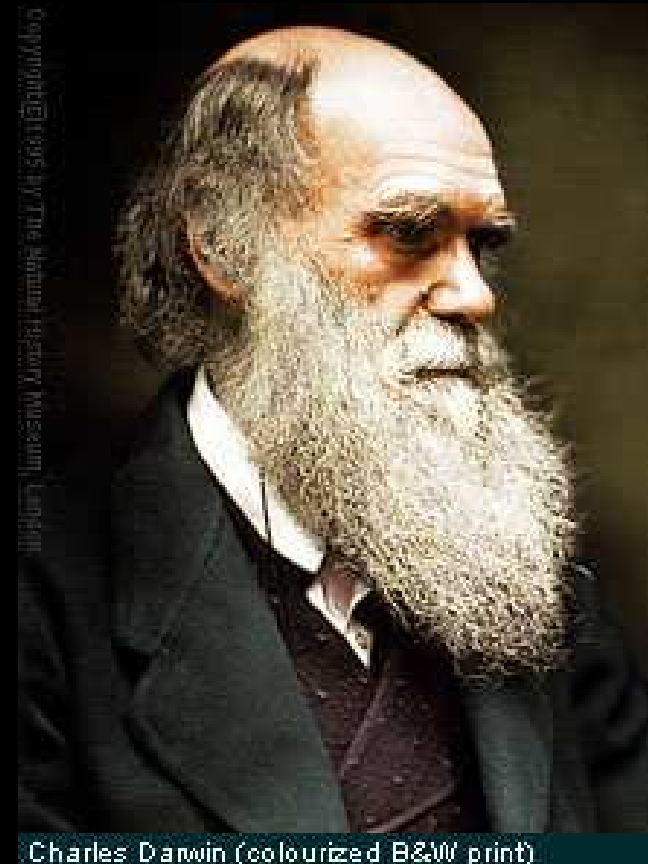
- **Simplesiomórficos:** primitivos compartidos en común por varias líneas

## 2. Caracteres apomórficos: derivados

- **Sinapomórficos:** derivados y compartidos por varias líneas.
- **Autapomórficos:** derivados pero no compartidos.

# FILOGENIA Y DARWIN

- Reenfatisa la noción que los taxa son el producto de la evolución, por lo tanto deben ser considerados cuidadosamente al ser delimitados (descendencia con modificación).
- Explicita un método que privilegia el destacar la historia evolutiva de las especies, **permitiendo entonces la reconstrucción filogenética (relaciones sobre verdaderas homologías)**. “Principles of Systematic Zoology” 1991; Mayr & Ashlock



# Homología y Homoplasia

Para establecer  
relaciones entre  
grupos

Es necesario demostrar que los  
caracteres son realmente  
comparables

**Homología**

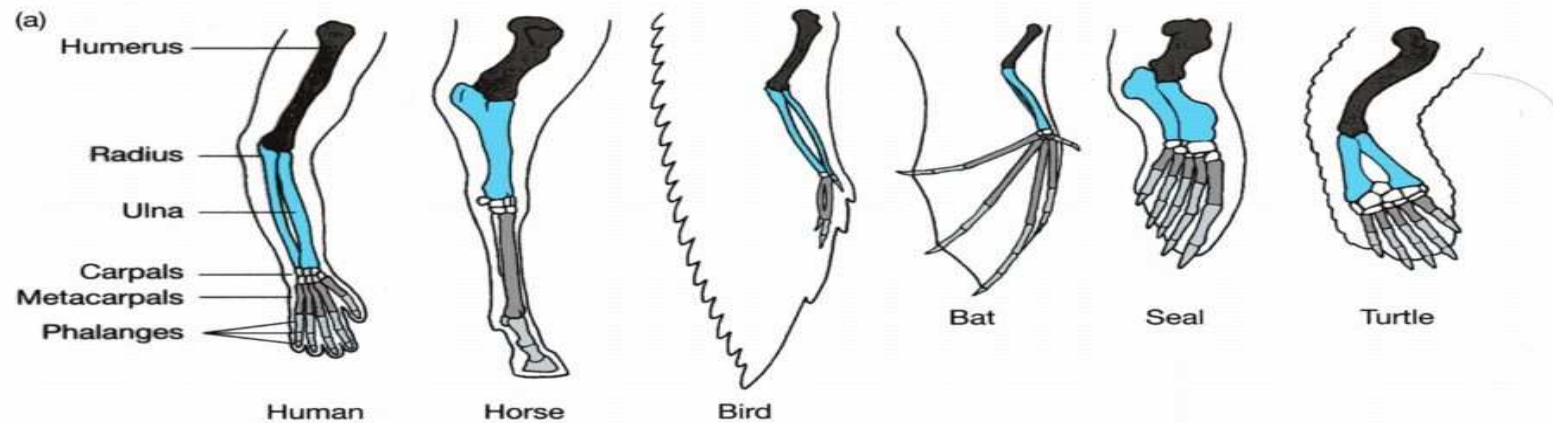
Similitud existente en determinadas  
estructuras que portan diferentes  
especies dentro de un mismo grupo  
monofilético (Carrol 1991).



# HOMOLOGÍA: CARACTERES MORFOLÓGICOS

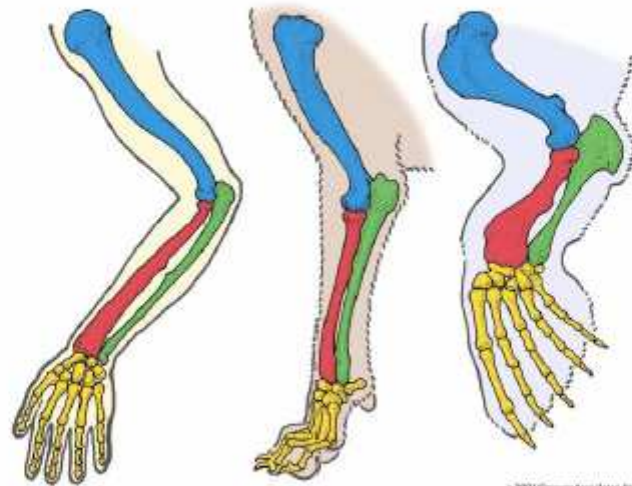
T-6

Fig. 2.1 Structural homologies (a)



## Homología

Similitudes entre organismos debido a un ancestro común compartido



Humano

Perro

Mamífero marino

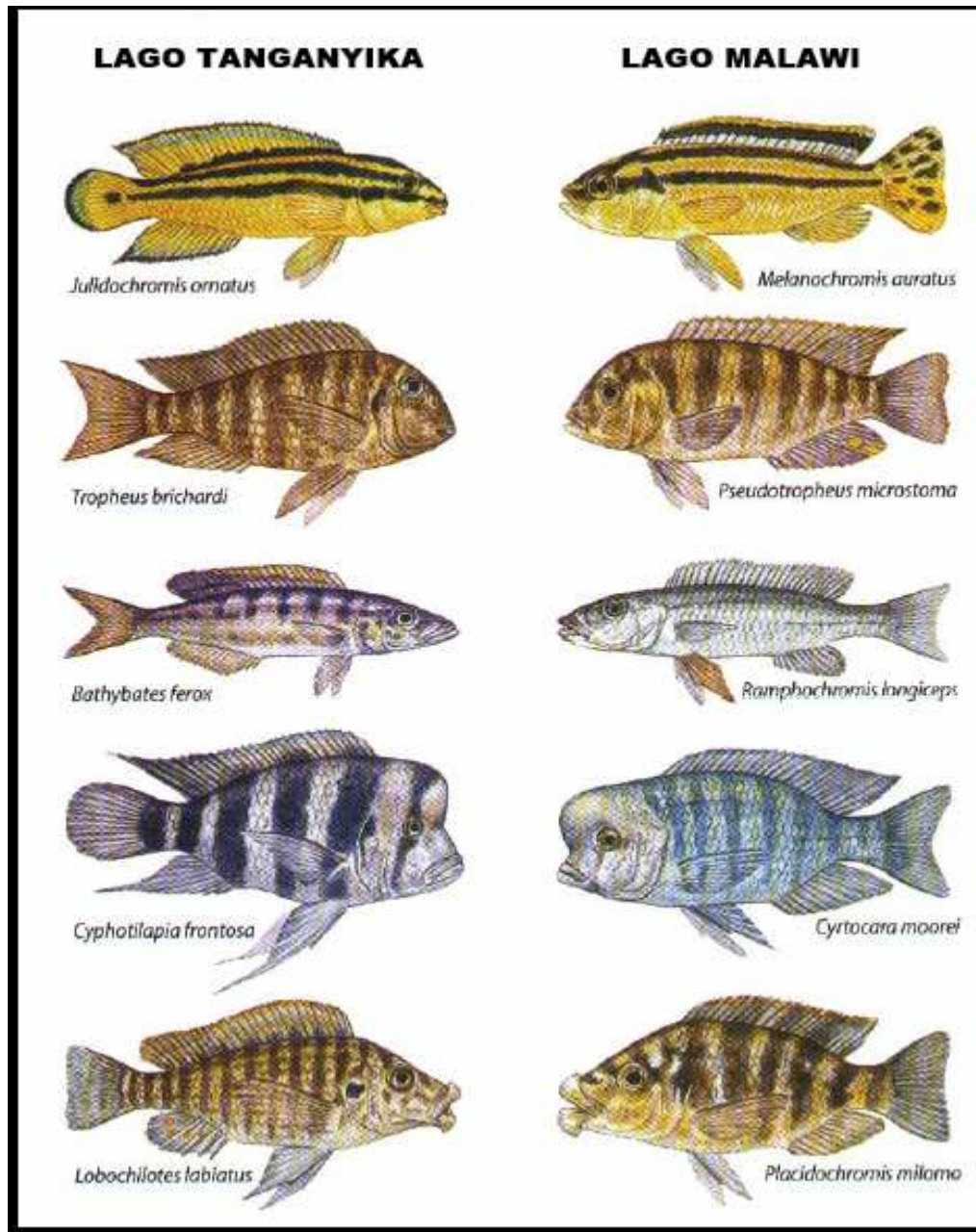
# HOMOPLASIA

**Carácteres que son similares en forma y función y que han evolucionado independientemente**



Los ojos de los cefalópodos y los de los mamíferos son estructuras convergentes u homoplásicas

**La homoplasia es muy común entre grupos que comparten hábitats similares o modos de vida comunes como los ictiosaurios, ballenas o peces.**



# Usos de las filogenias

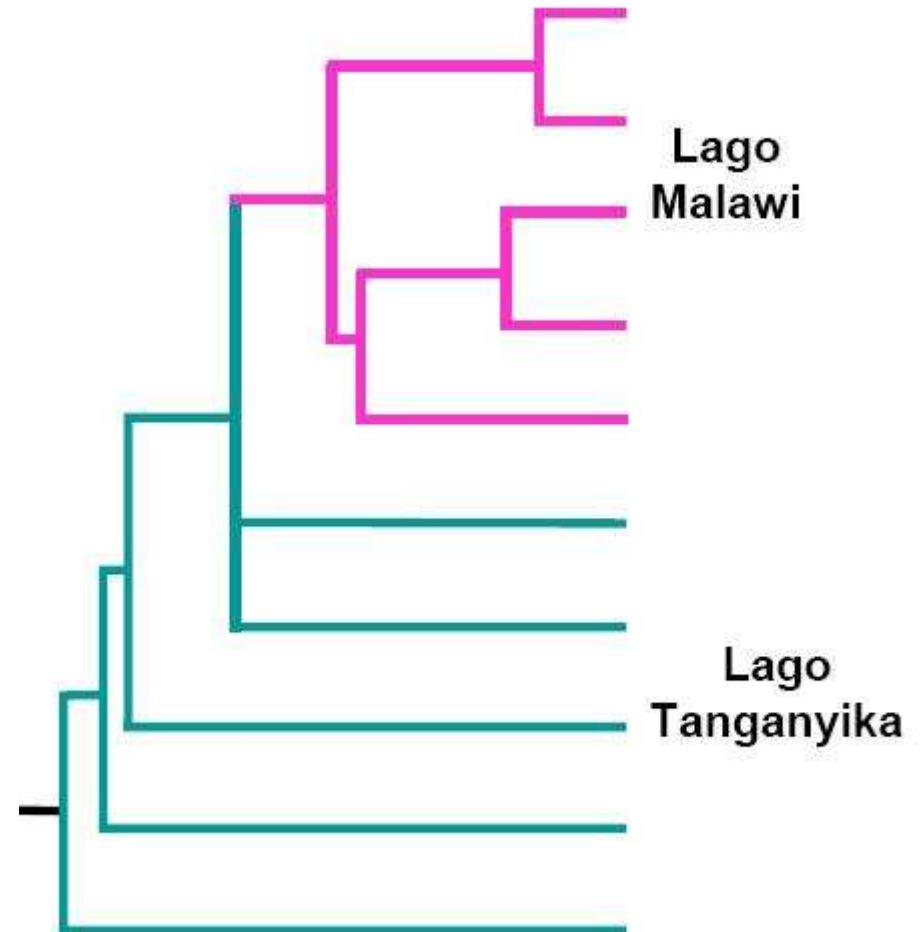
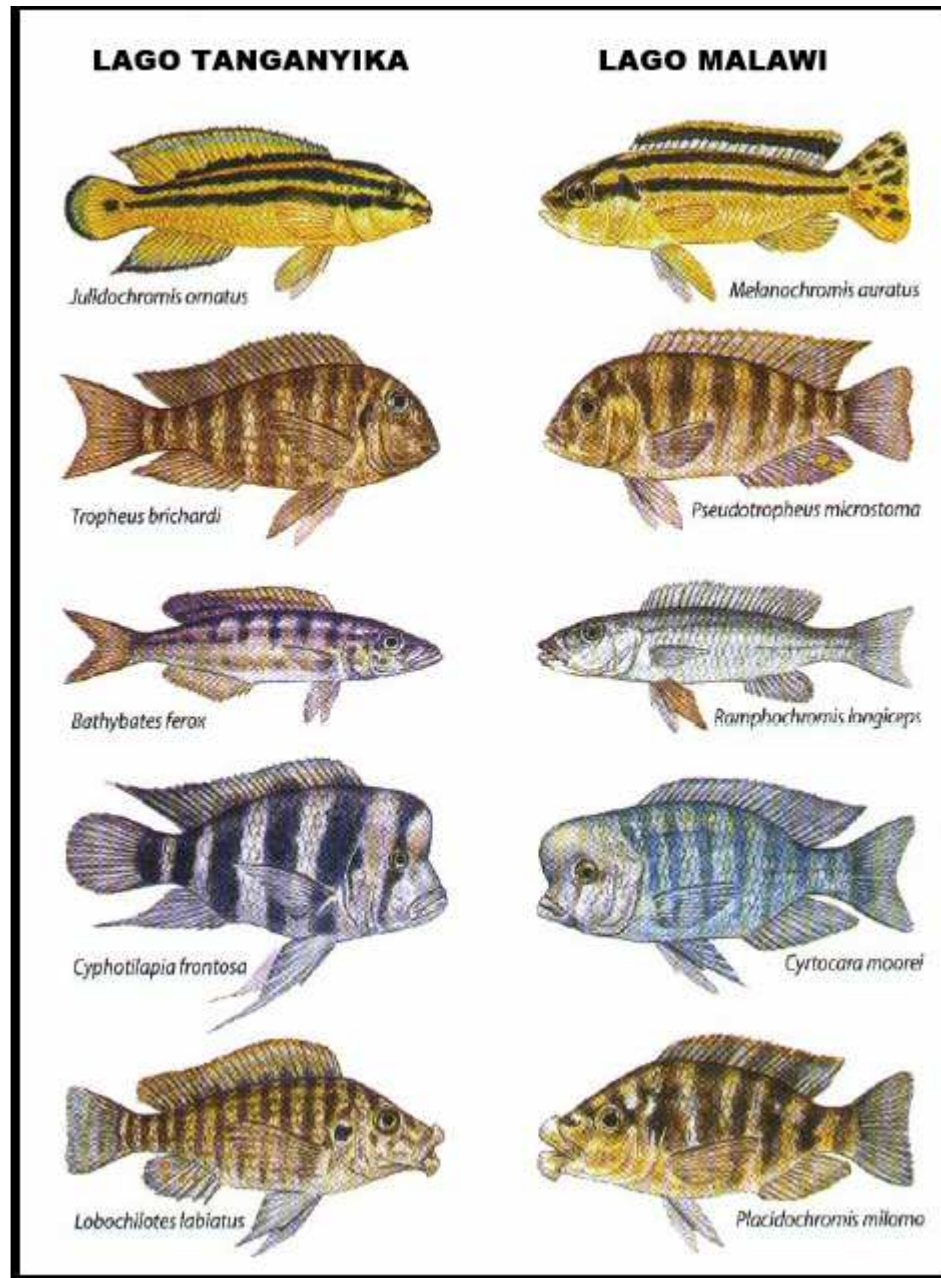
ejemplo:

para poner a prueba dos explicaciones alternativas

- Evolución independiente de morfologías semejantes
- Migraciones entre lagos



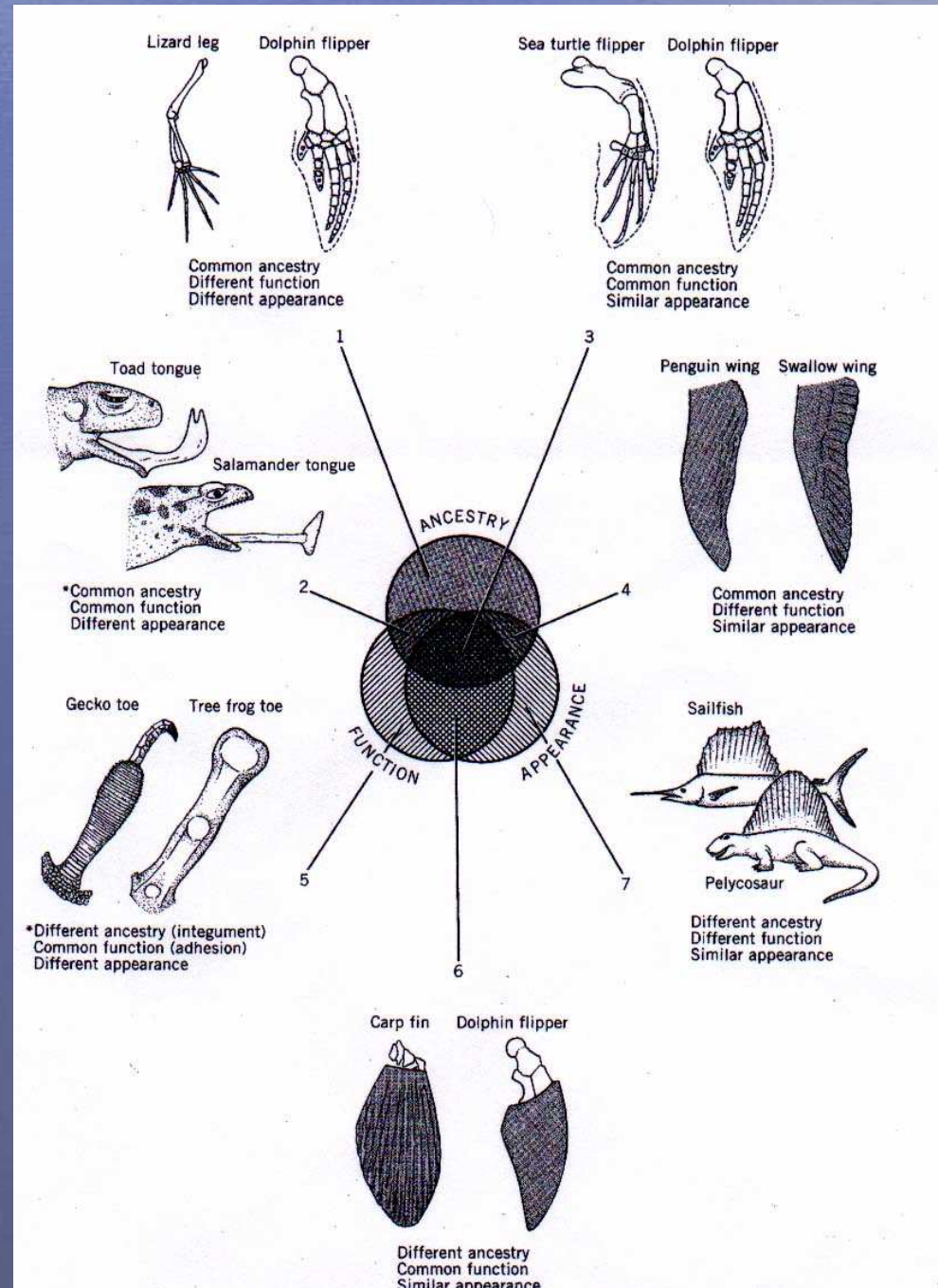
# Usos de las filogenias



**HOMOLOGÍA**



**HOMOPLASIA**



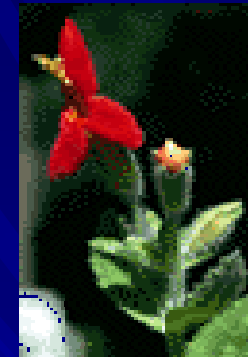
**HOMOLOGÍA**



**HOMOPLASIA**

*Distinción entre  
Homología y  
Homoplasía  
resulta crítica*

# HOMOLOGÍA: SECUENCIAS DE DNA

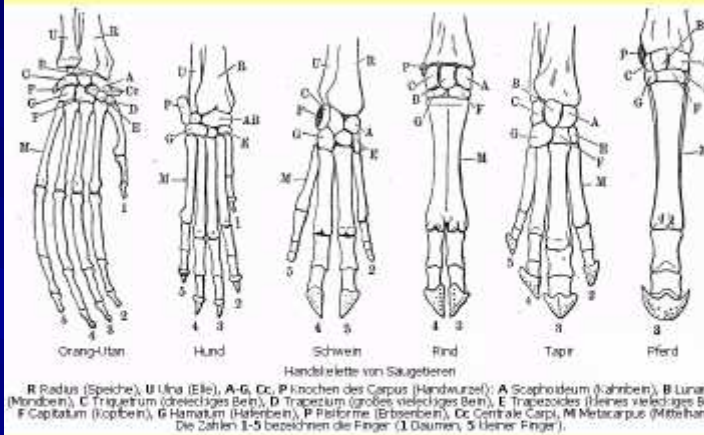


M_whitneyi	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTCGCGTGCTGTAATGCTTGA
M_brevipes	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCNACTCGCGTACTGTAATGCTTGA
M_nanus_99	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTCGCGTGCTGTAATGCTTGA
M_cleveland	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTCGCGTGCTGTAGTGCTTGA
M_douglass	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGTAT-CTCAACTCGCGTGCTGTAGTGCTTGA
M_pulchell	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTCGCGTGCTGTAATGCTTGA
M_laurantia	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTTGCGTGCTGTATTGCTTGA
M_guttatus	GATGCACGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAATTTATCGACTCGCTTGCTGCGGTGCTTGA
M_tilingii	GATGCACGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAATTTATCGACTCGCTTGCTGCGGTGCTTGA
M_depressu	GATGCACGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAATTTCTCGACTCGCTTGCTGCGGTGCTTGA
M_latidens	-----ATTCTCGACTCGCTTGCTGCAATGCTTGA
M_floribun	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAATTTCTCGACTCGCTTGCTGTAATGCTTG-
M_bicolor	GACGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGGAAATTTCTCGACTC-CCT-----TGCTCGA
M_cardinal	GACGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGGAAATTTCTCGACTCGCCTGCTGTGATGCTTGA
M_lewisii	GACGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGGAAATTTCTCGACTCGCCTGCTGTGATGCTTGA
M_pictus	GATGCATGTCACGAGCAGTGGTGGTTGAAT-CTCAACTCGCTTGCTGTAATGCTTGA
M_gracilis	GATGCATGTCACGACCAAGTGGTGGTTGAATCCTCAACTCTCGTGCTGTCATGATAAA
M_ringens	GATGCATGTCACGACCAAGTGGTGGTTGAATCCTCAACTCTCGTGCTGTCATGATAAA

Homoplasia: posesión en común por varias líneas del mismo carácter pero no a causa de un ancestro común.

- Convergencia
- Paralelismo
- Reversión

## HOMOLOGIA



Orangutan Dog Swine Cattle Tapir Horse



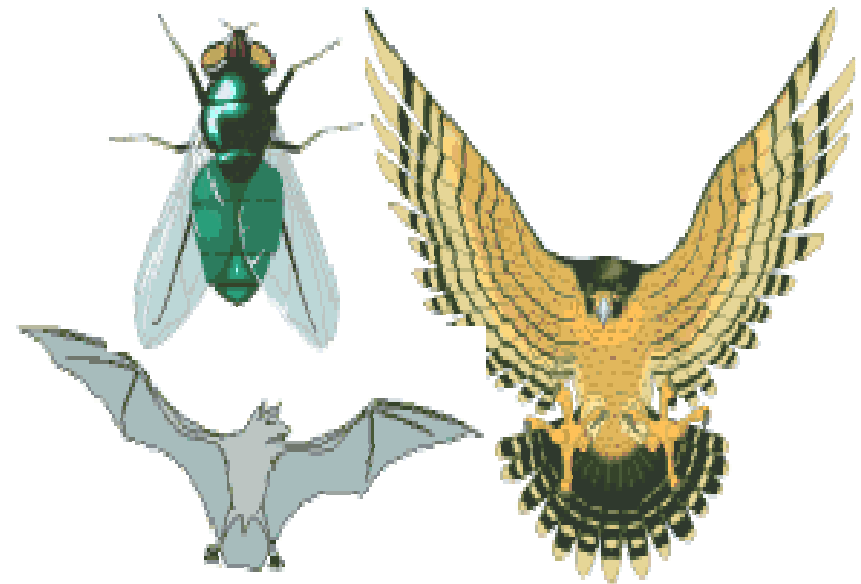
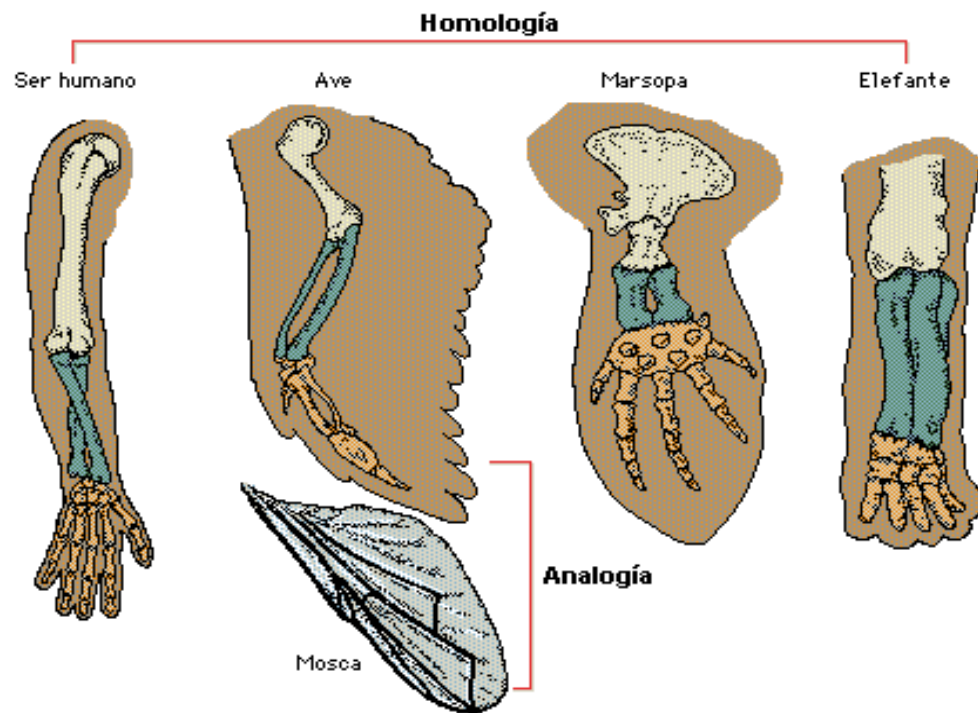
## ANALOGIA





# Analugía/Homoplasia

Dos estructuras son análogas si son morfológica y/o funcionalmente semejantes y si esta semejanza se ha adquirido de un modo filogenéticamente independiente.





## *¿Qué método ha sido usado para agrupar y clasificar organismos?*

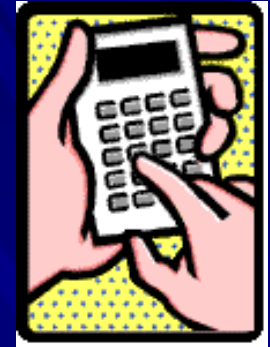
Aproximaciones Pre-evolutivas (Antes de 1859)

Aproximaciones Evolutivas (1859-hoy)



- Taxonomía evolutiva (1859-a la fecha)
- Fenética (1950's-a la fecha)
- Cladista (1980's- a la fecha)

# Clasificación Fenética



- Basado en la similitud global de los estados del caracter (todos los caracteres son igualmente pesados)
- **Ventaja:** Gran desarrollo estadístico y computacional
- **Problema:** distintos modos de ver similaridad
  - Homología
  - Convergencia (=homoplasía)

Clase Reptilia  
(lagartos,  
culebras,  
cocodrilos)  
escamas, dientes,  
ectotermia,  
carencia de alas)

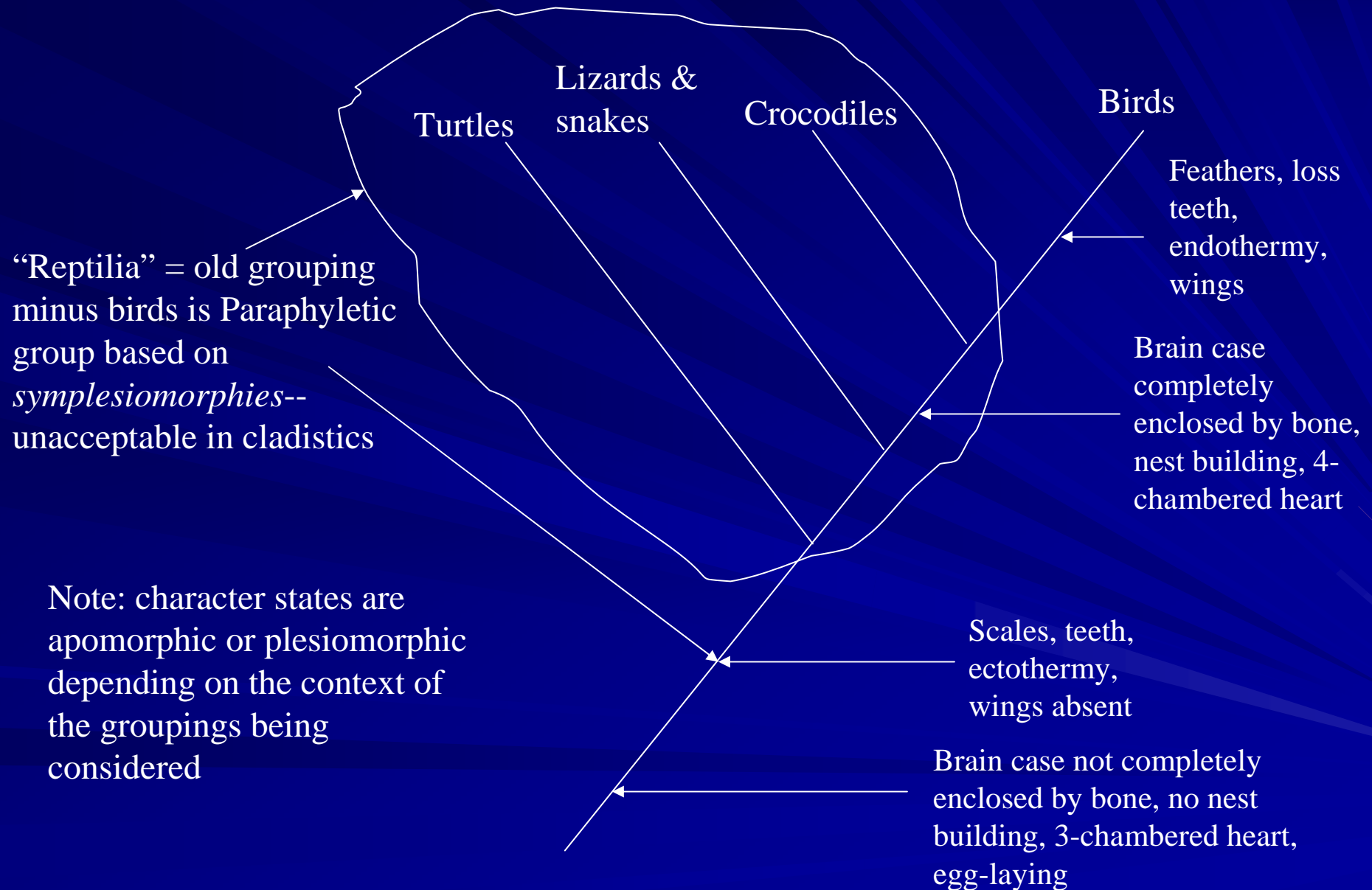
Clase Aves  
(aves--alas,  
plumas,  
homeotermia)



# Fenetica vs Cladistica



# Clasificación Filogenética



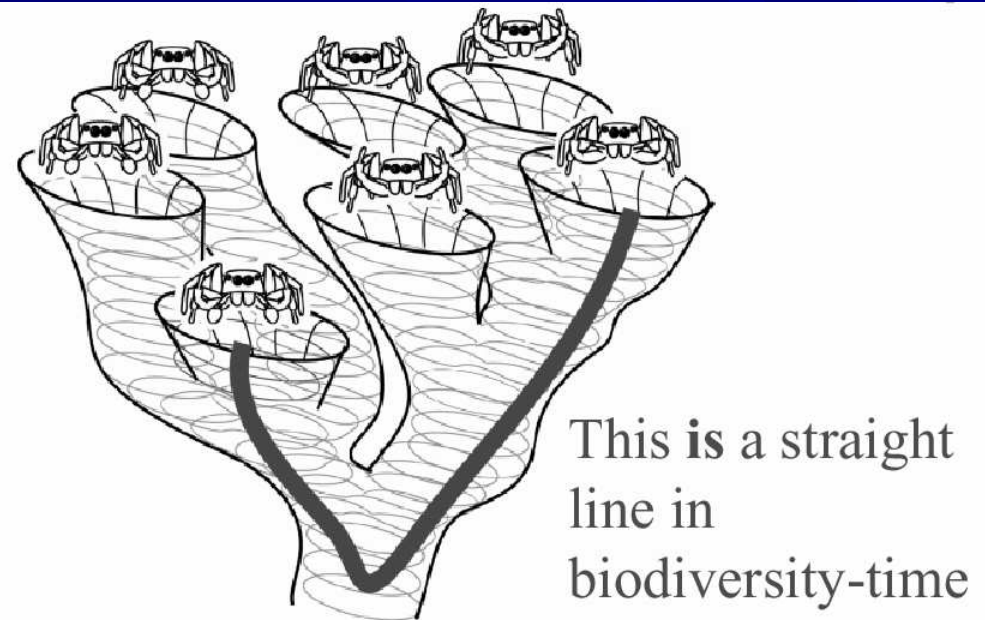
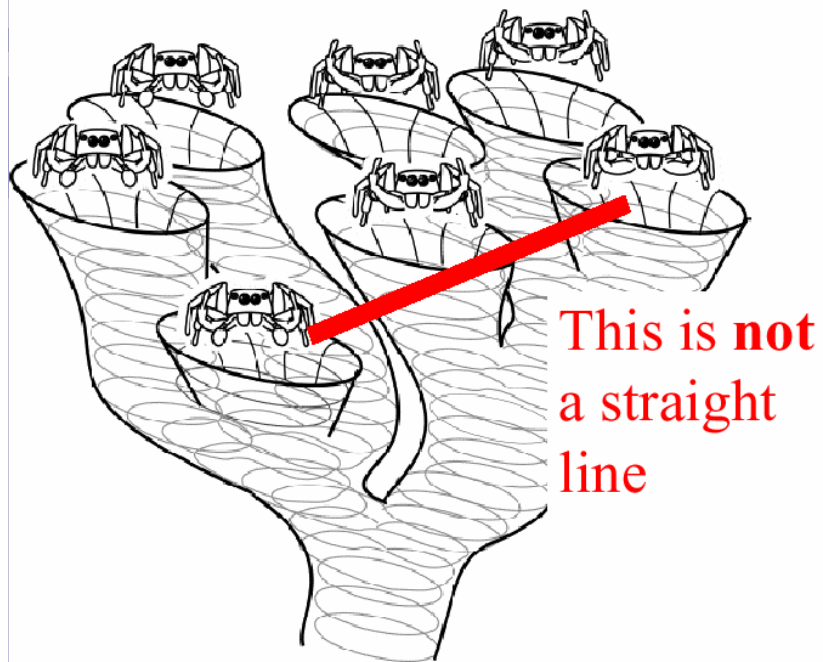


# Willie Hennig



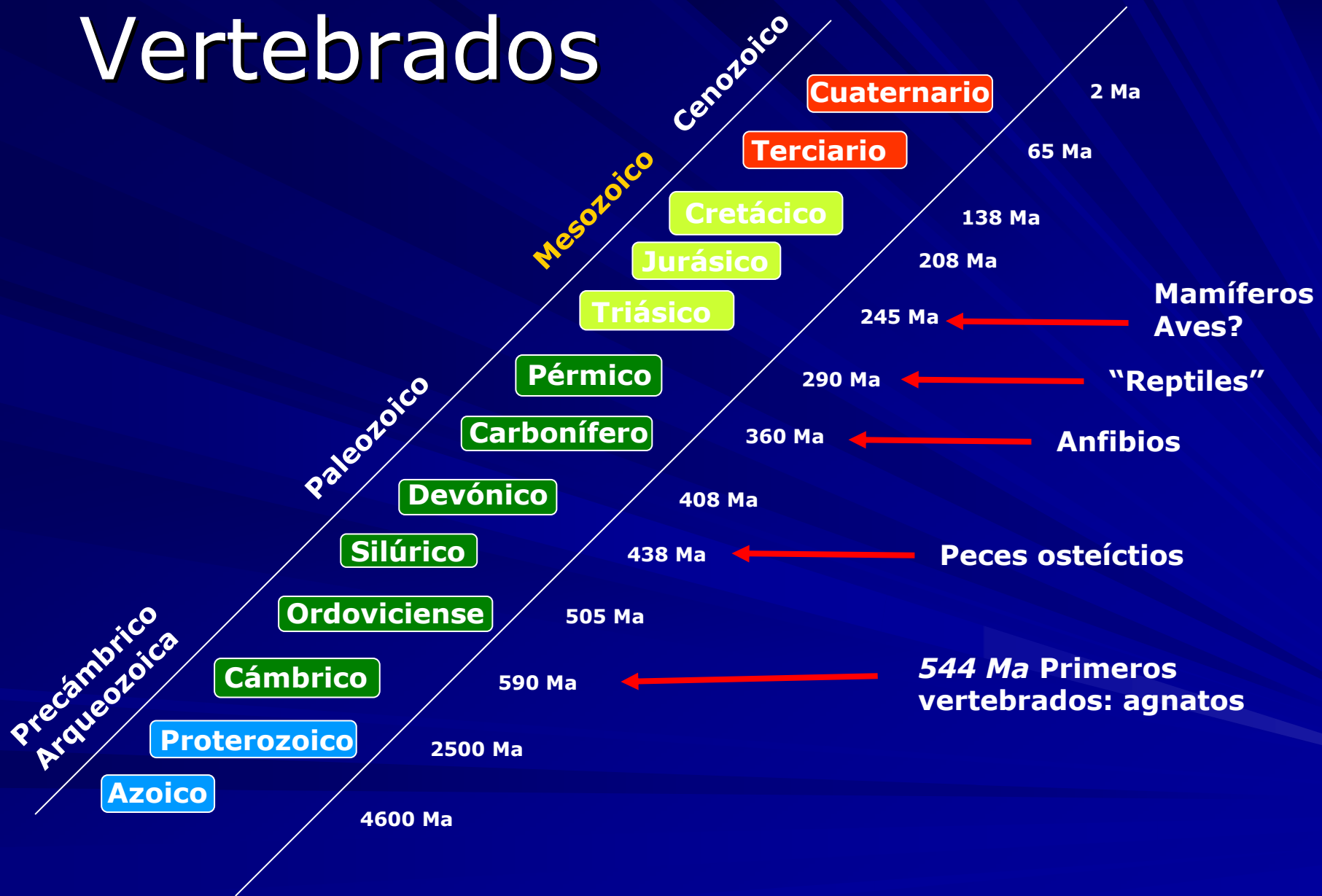
- Entomólogo alemán quien fue el primero en proponer un sistema explícito de reconstrucción filogenética.
- Su libro "*Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*" (1950), sólo fue conocido en 1966, cuando se tradujo al Inglés.
- Su aporte produjo una verdadera revolución en la sistemática tanto a nivel **metodológico** (método cladista) como **conceptual** (teoría de clasificación).

## INFERENCIA FILOGENETICA



**EVOLUCION Y RELACION ANCESTRO-DESCENDIENTE IMPORTA!!!**

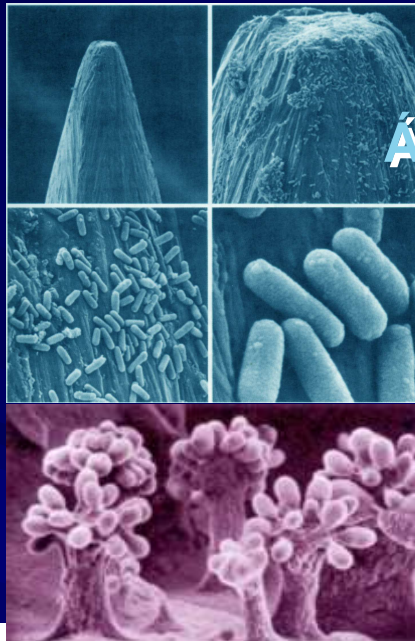
# Vertebrados



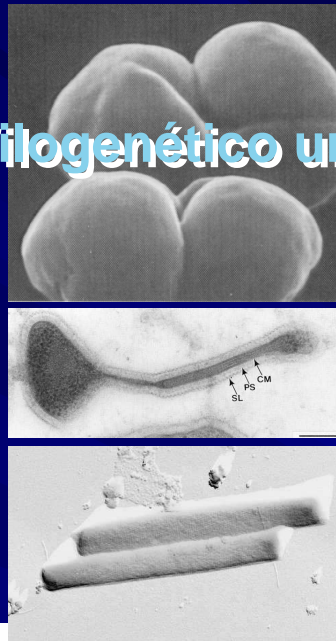


## 4.1 Cuestiones filogenéticas

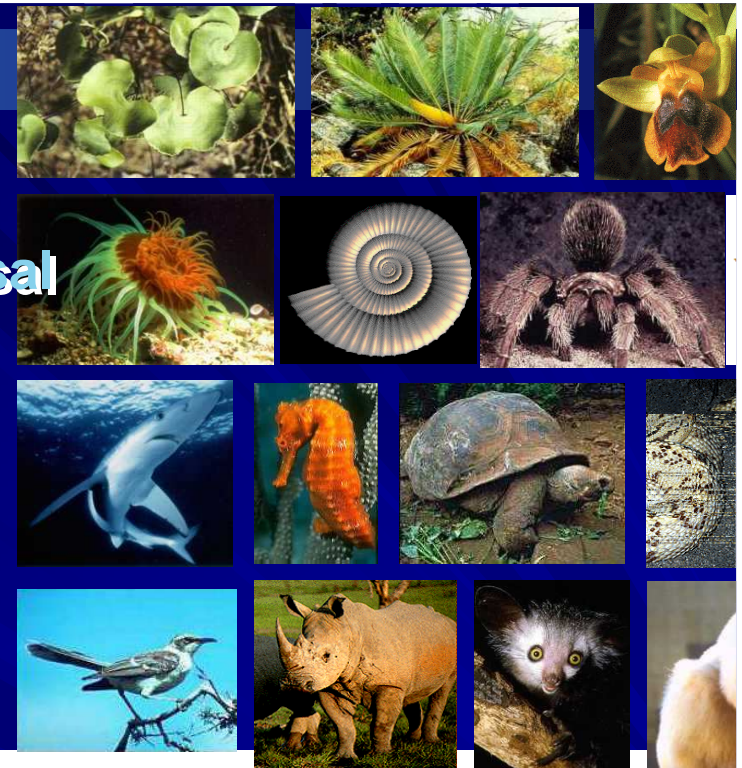
### Árbol filogenético universal



BACTERIA



ARCHAEA



EUKARYA

