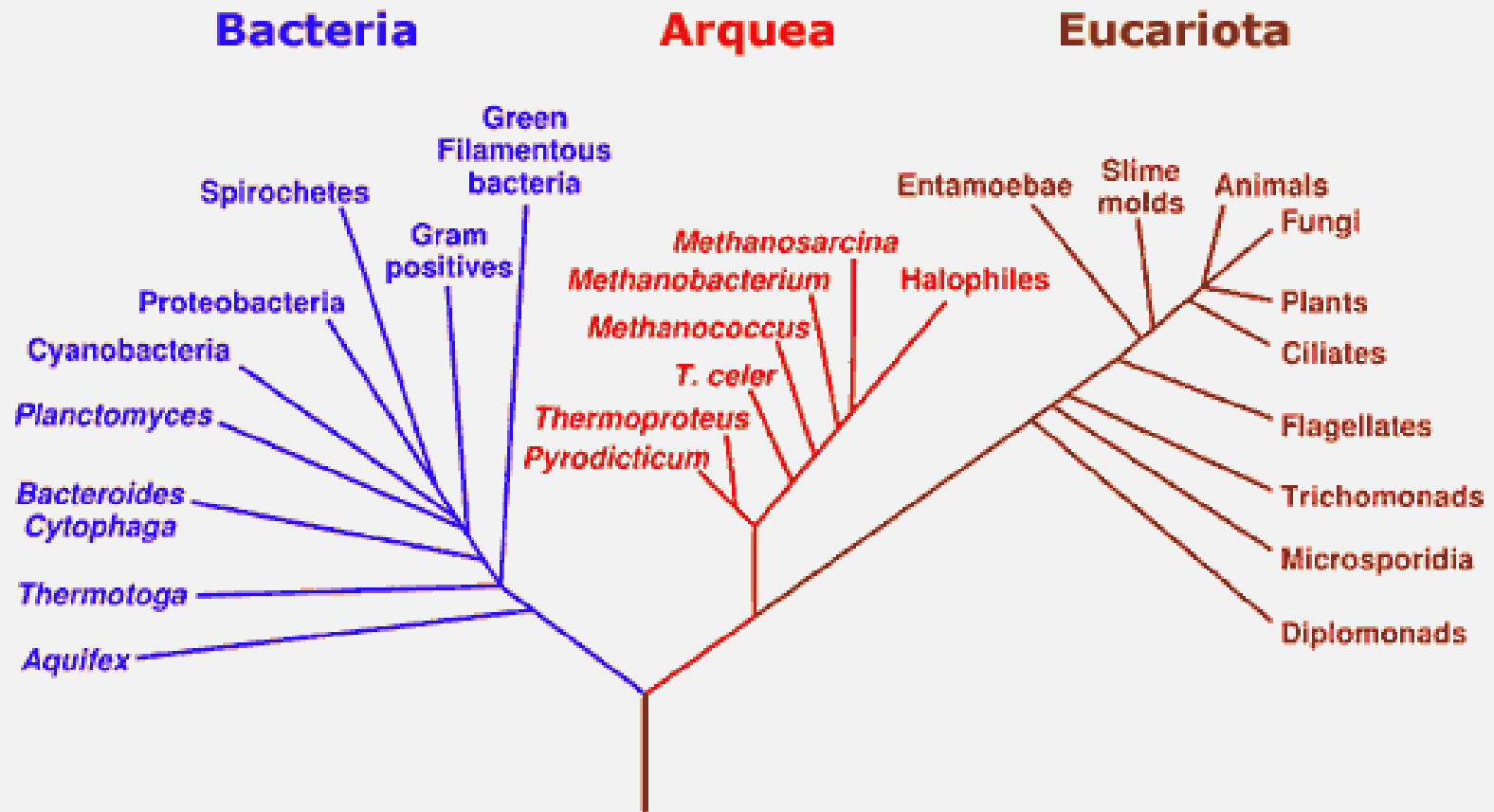


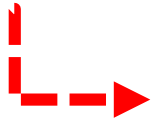
# Sistemática y taxonomía



# Sistemática y taxonomía

---

\* **Sistemática:** estudio de la diversidad de organismos, asumiendo que esa diversidad representa algún **patrón de relaciones evolutivas (ancestro – descendiente)** que se cree existe entre las entidades estudiadas

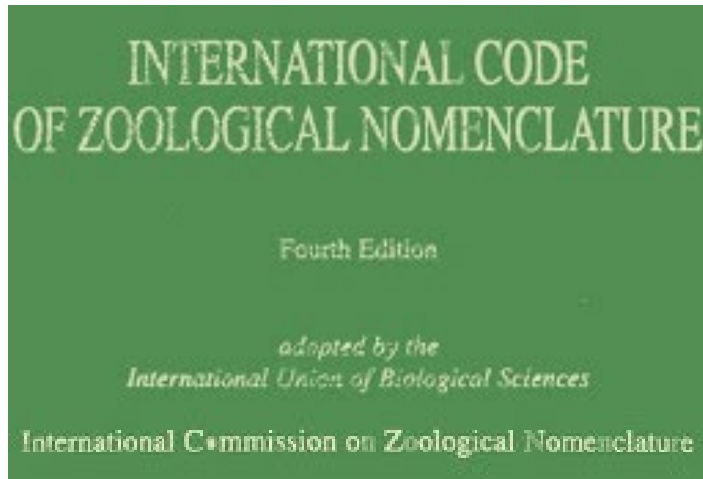


\* **Taxonomía:** teoría y práctica de describir, nominar y ordenar grupos de organismos llamados ***taxa* o *taxones***. Clasificación taxonómica es la forma como se ordenan esos *taxa*. La taxonomía tiene códigos de nomenclatura: reglas para nombrar los *taxa*

# Códigos de nomenclatura

---

## Animales



<http://iczn.org/code>

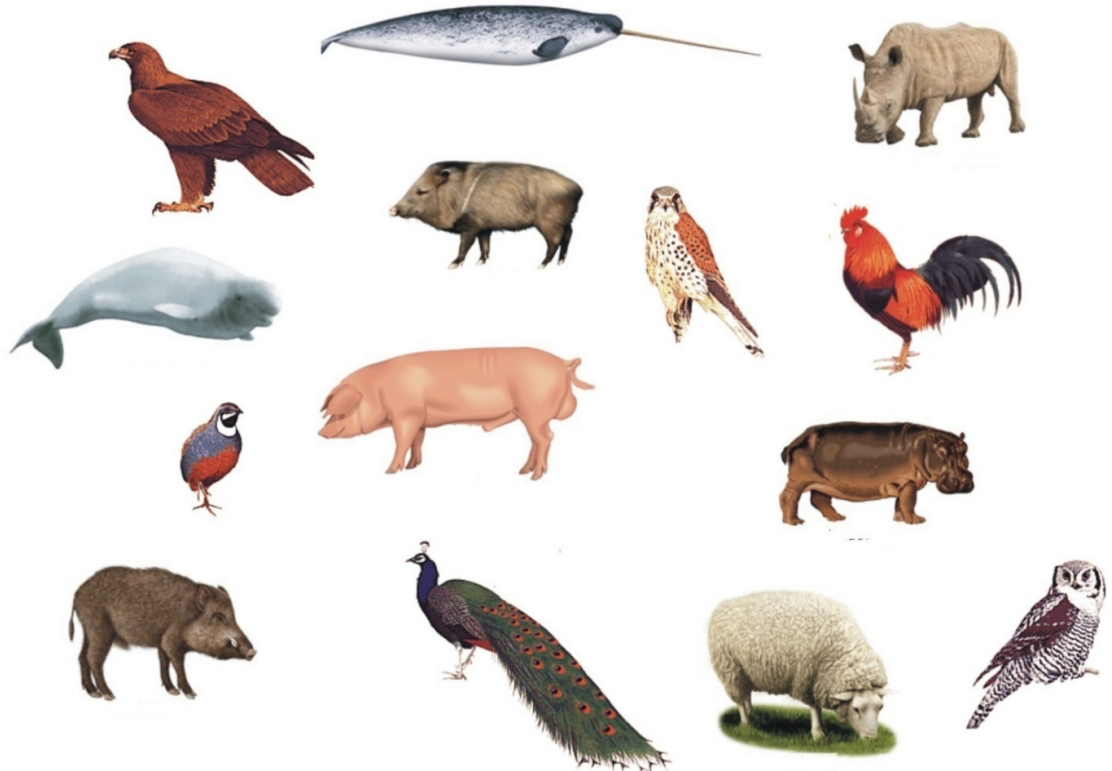
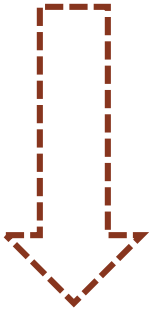
## Algas, hongos, plantas



<http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>

En taxonomía **clasificar** es diferente a **identificar**

**Clasificar:** Organismos extintos y existentes (*taxa* = plural de taxón) organizados en grupos (clados) ya descritos con un nombre determinado



\* Con base en algún principio de relaciones que se cree existen entre los organismos

# Taxón:

## ■ Tetrapoda

### ■ Clase Aves

#### ■ Orden Falconiformes

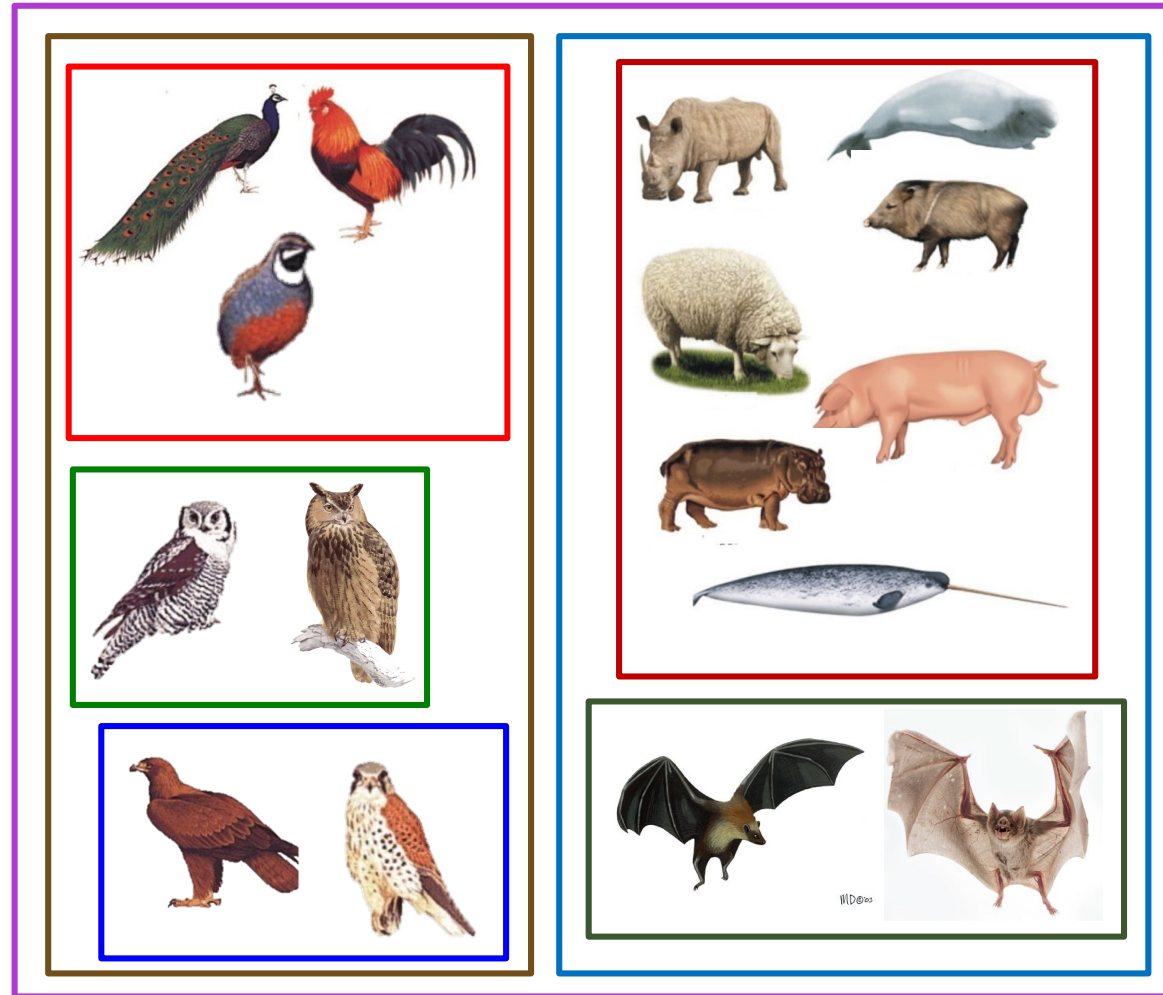
#### ■ Orden Galliformes

#### ■ Orden Strigiformes

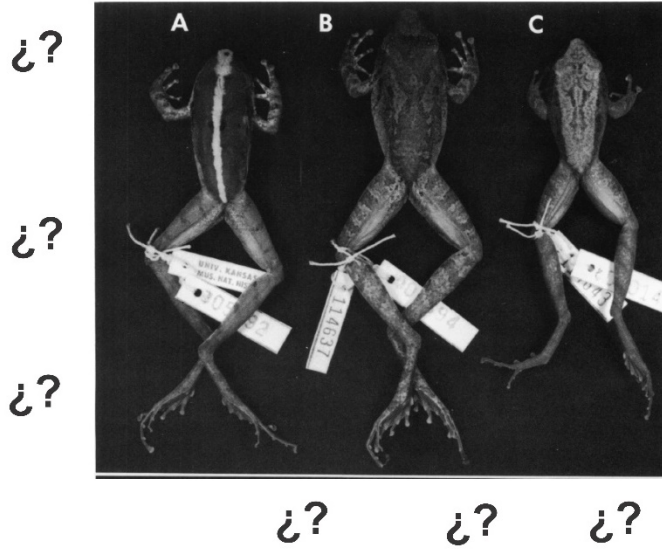
### ■ Clase Mammalia

#### ■ Orden Cetartiodactyla

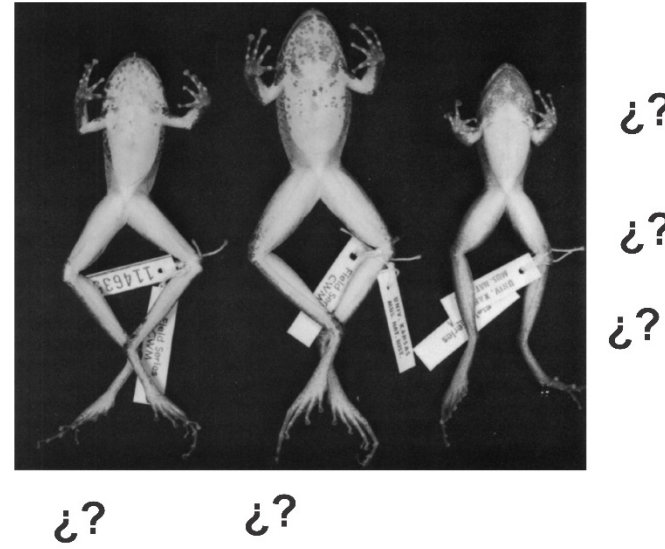
#### ■ Orden Chiroptera



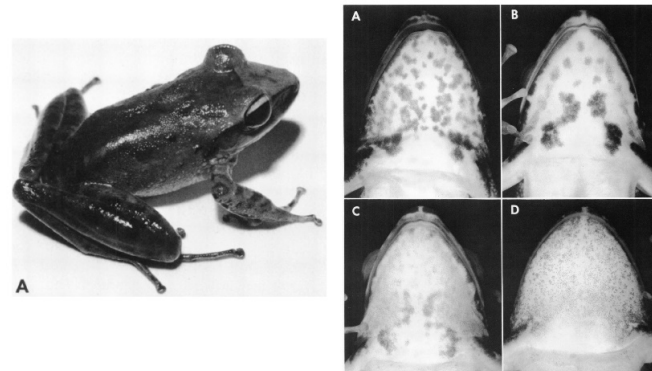
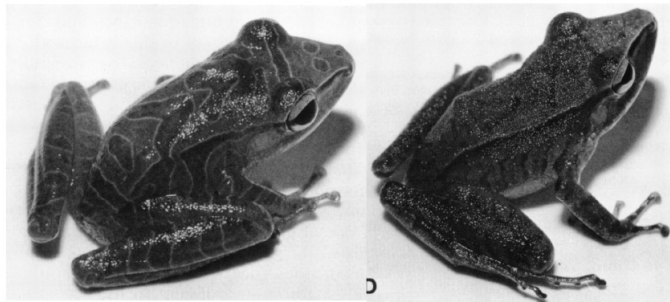
**Identificar** Asignación de un organismo a algún taxón ya establecido y nominado



*Pristimantis achatinus*  
(Anura: Craugastoridae)



*Craugastor longirostris*  
(Anura: Craugastoridae)



# Nomenclatura biológica (rangos linéanos)

**Reino:** Animalia (animales)

**Phylum:** Chordata (cordados)

**Subphylum:** Vertebrata (vertebrados)

**Superclase:** Gnathostomata (vertebrados mandibulados)

**Clase:** Osteichthyes (peces oseos)

**Subclase** Actinopterygii (peces de aletas radiadas)

**Orden** Salmoniformes

**Superfamilia:** +sufijo **-oidea**. Ejemplo: Hyloidea

En español: anuro hiloide o hiloides

**Familia:** +sufijo **-idae** (**ae = e**). Ejemplo: Hylidae

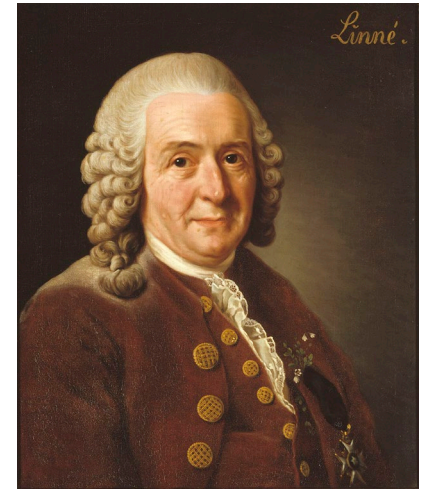
En español: anuro hilído o hilídos

**Subfamilia:** +sufijo **-inae** (**ae = e**). Ejemplo: Hylinae

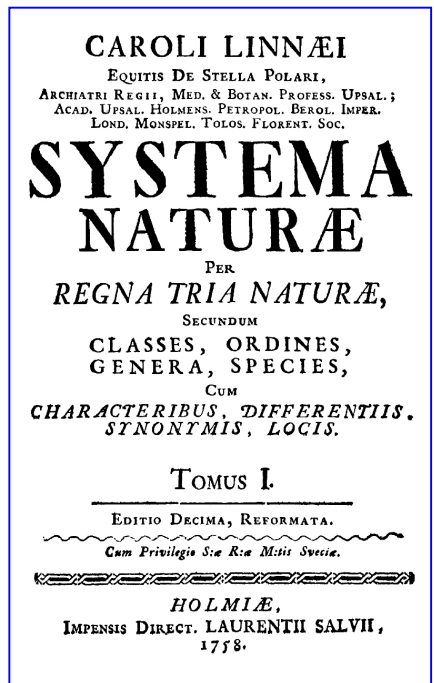
En español: anuro hilíno o hilínos

**Tribu:** +sufijo **-ini**. Ejemplo: Hylini

En español: anuro hilíni o hilínis



Carolus Linnæus  
Carlos Linneo  
Carl von Linné





## Especies y subespecies

**Regla (obligatoria):** nombres científicos se escriben con letra itálica o subrayado: en manuscritos electrónicos o manuales

### Binomio (binomen)

*Pristimantis verecundus* = Pristimantis verecundus



Epíteto  
genérico



Epíteto  
específico

### Trinomio (trinomen; con subgénero)

*Pristimantis* (*Pristimantis*) *verecundus*



Epíteto  
genérico

### Trinomio (con subespecie)

*Terpsiphone paradisi ceylonensis*



Epíteto  
subespecífico



# Escuelas sistemáticas (3 principales)

Todos los métodos de clasificación se basan en buscar **SIMILITUDES** para establecer las relaciones evolutivas entre las spp.

Tradicional (catalográfica)	Fenética (numérica)	Filogenética (cladística)
<p>Uso de la <b>INTUICIÓN</b> (ponderación de caracteres).</p> <p>Selección de caracteres que se creen son importantes (i.e. conservativos) para delimitar especies y grupos con base en esos caracteres</p>	<p>Método empírico</p> <p>Agrupación de organismos en clases (e.g. aves, insectos) con base en su apariencia externa (<b>morfología, estructura, patrones locomoción</b>).</p> <p>Con base en la <b>SIMILITUD</b>, se delimitan grupos, ignorando resultados de evolución paralela o convergente</p>	<p>Reconstrucción de <b>FILOGENIAS</b> y principios <b>ESTRICTAMENTE EVOLUTIVOS</b>.</p> <p>Delimitación de grupos <b>naturales</b> (= <b>monofiléticos</b>) con base en caracteres que demuestran relaciones genealógicas</p>
<p><b>Problema:</b> cada investigador considera que “<b>X carácter</b>” es o no importante</p>		



**Lagarto**



**Fenograma**



**Cocodrilo**



**Cladograma**



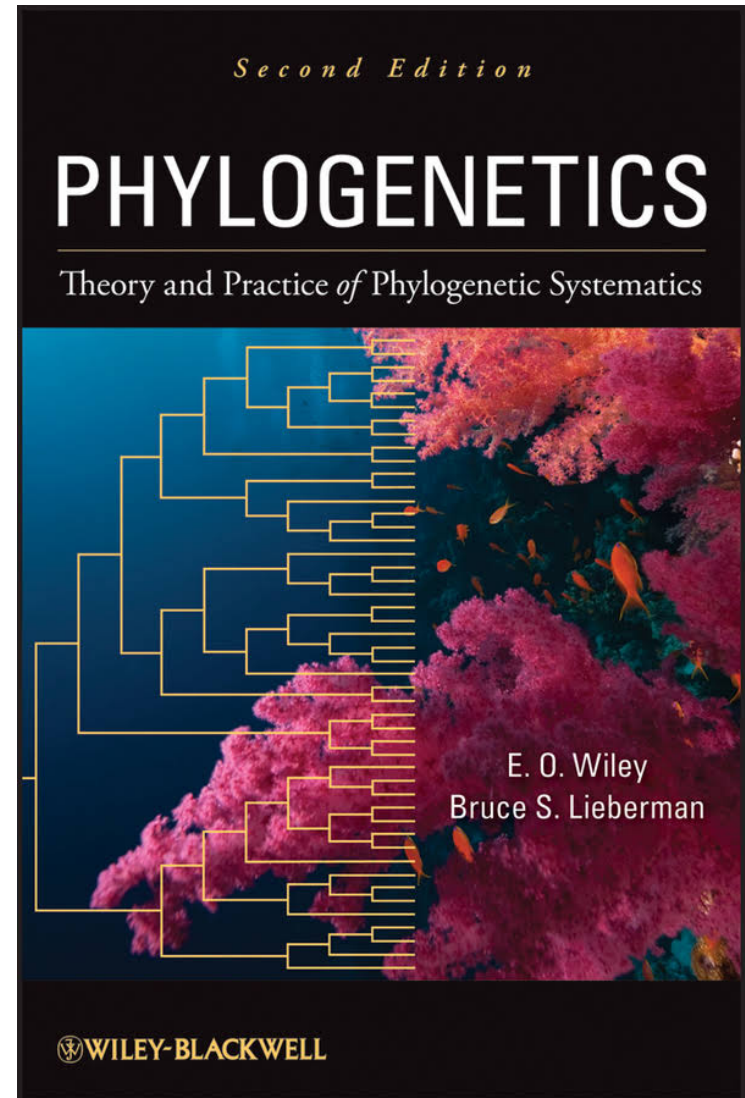
**Ave**

# Sistemática filogenética (cladística)

---

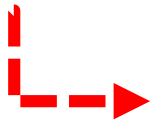
- Enfoque de la sistemática + taxonomía que pretende determinar las relaciones filogenéticas entre *taxa*
- En sistemática filogenética las clasificaciones biológicas formales son consistentes con estas relaciones

\* Wiley, E.O. & Lieberman, B.S. 2011. Phylogenetics. Theory and practice of phylogenetic systematics. Second edition. Wiley-Blackwell, New Jersey, USA. 406 pp.



## Objetivo de la sistemática filogenética

Reconstruir las relaciones evolutivas (**hipótesis**) entre especies y *taxa* usando homologías, las cuales se presume indican una única relación genealógica (***versus similitud***)



Uso de **caracteres informativos** para examinar hipótesis de relaciones genealógicas

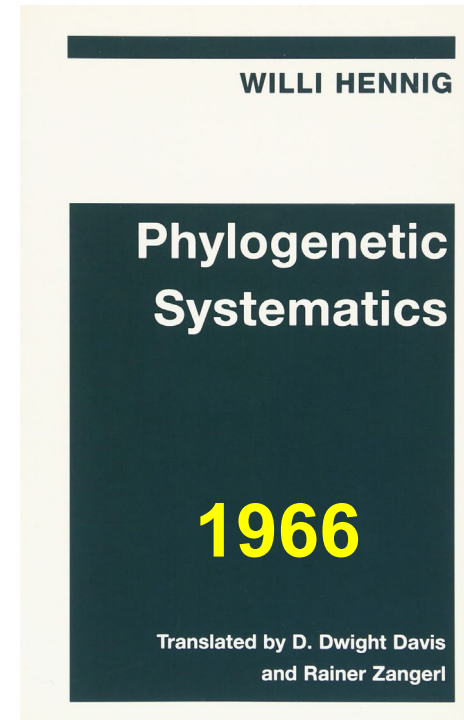
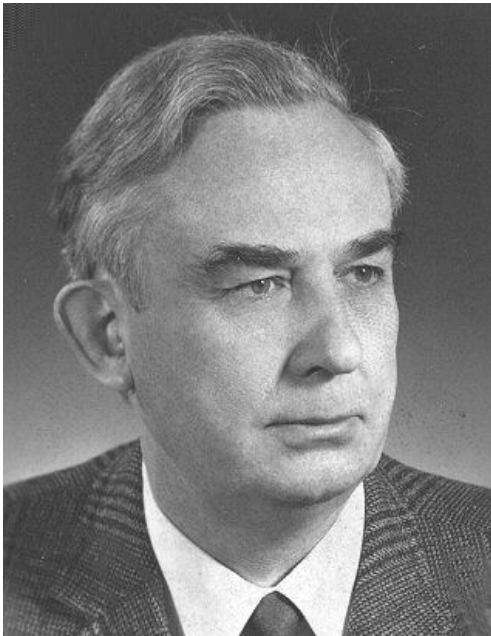
- ✓ **Caracter:** rasgo, cualidad o atributo observable (morfológicos, cromosómicos, moleculares, comportamiento) de un organismo que es interpretada por el investigador (**sistemático**)
  - Los **caracteres filogenéticamente informativos** pueden ser descritos, calculados, medidos, ponderados, contabilizados, y se presentan en dos o más estados (variaciones)

## Escuela de sistemática filogenética cladística

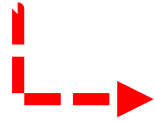
- **Emil Hans (“Willi”) Hennig**: mecanismos (**cladística**) para encontrar las rutas evolutivas entre organismos



Presentados en una teoría coherente de la investigación y la presentación de las relaciones que existen entre las especies



- Uso de cualquier tipo de **evidencia informativa** sobre las relaciones evolutivas entre especies



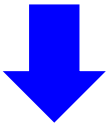
Algunas **MÁS SIGNIFICANTES** que otras

- Rutas evolutivas determinadas con base en **caracteres derivados compartidos** (= **sinapomorfías**) para delimitar grupos (= **CLADOS**)
- Los organismos no son agrupados en rangos taxonómicos (taxonomía Linneana), sino en una representación gráfica que muestra el curso histórico de la especiación (= rutas evolutivas”)

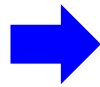


**Grupos monofiléticos (grupos naturales -clado)**

## Grupos monofiléticos



Relaciones ancestro-  
descendiente



Siguen la historia  
evolutiva del grupo

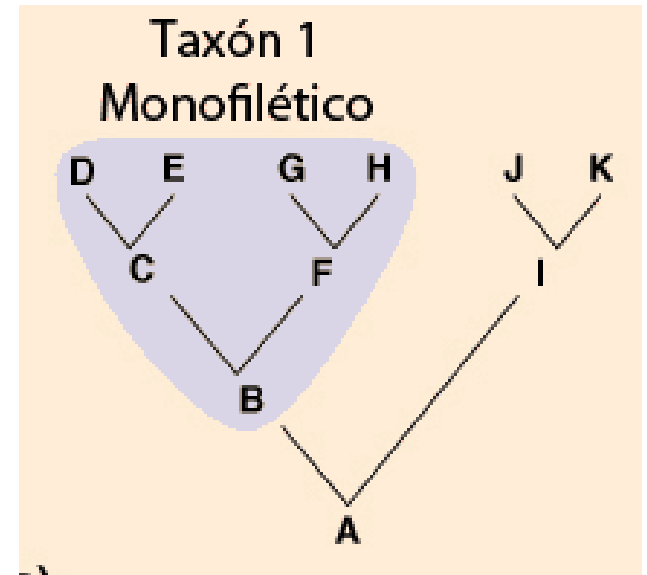


**Árbol filogenético  
o cladograma**

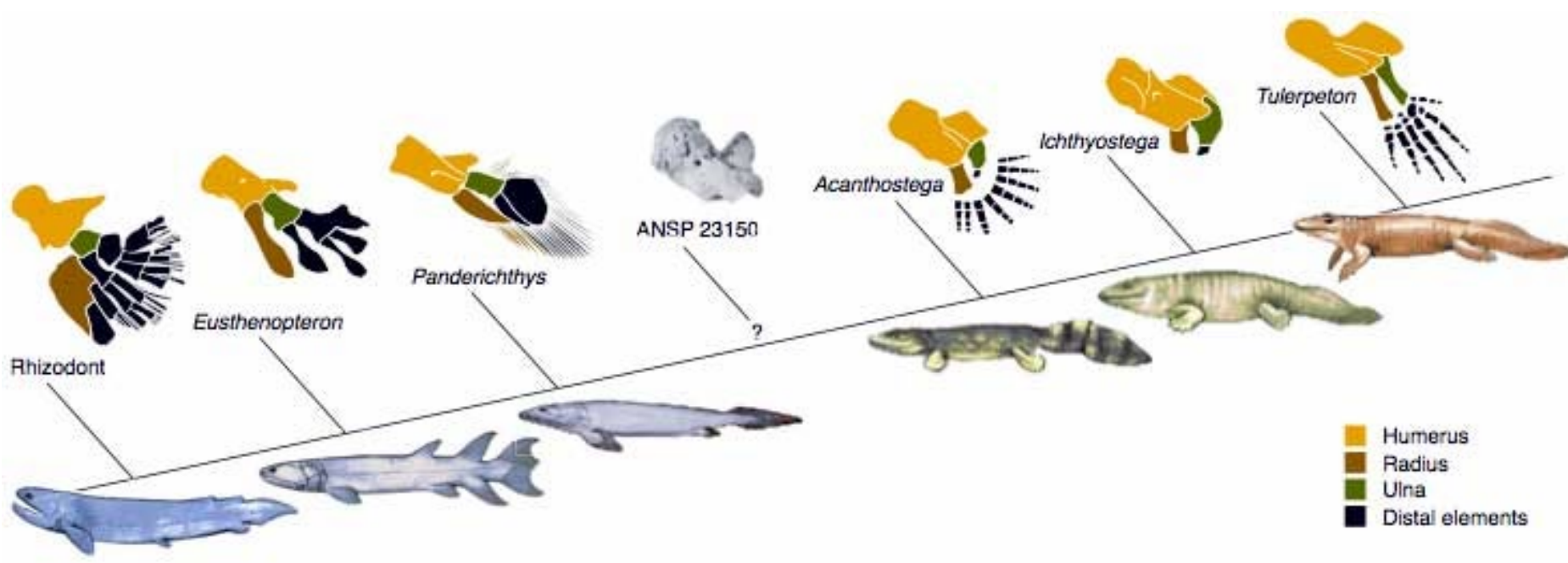
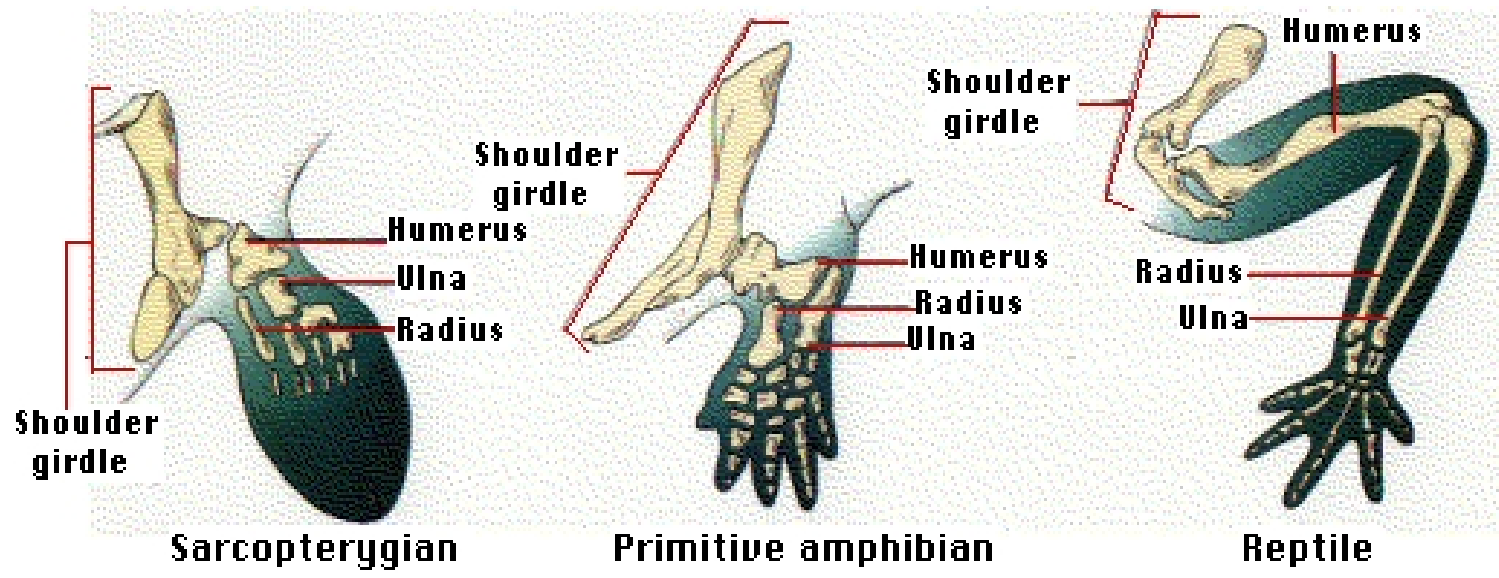
Grupos se forman por caracteres  
**derivados** o **apomorfías**



*Diferentes a la condición ancestral*

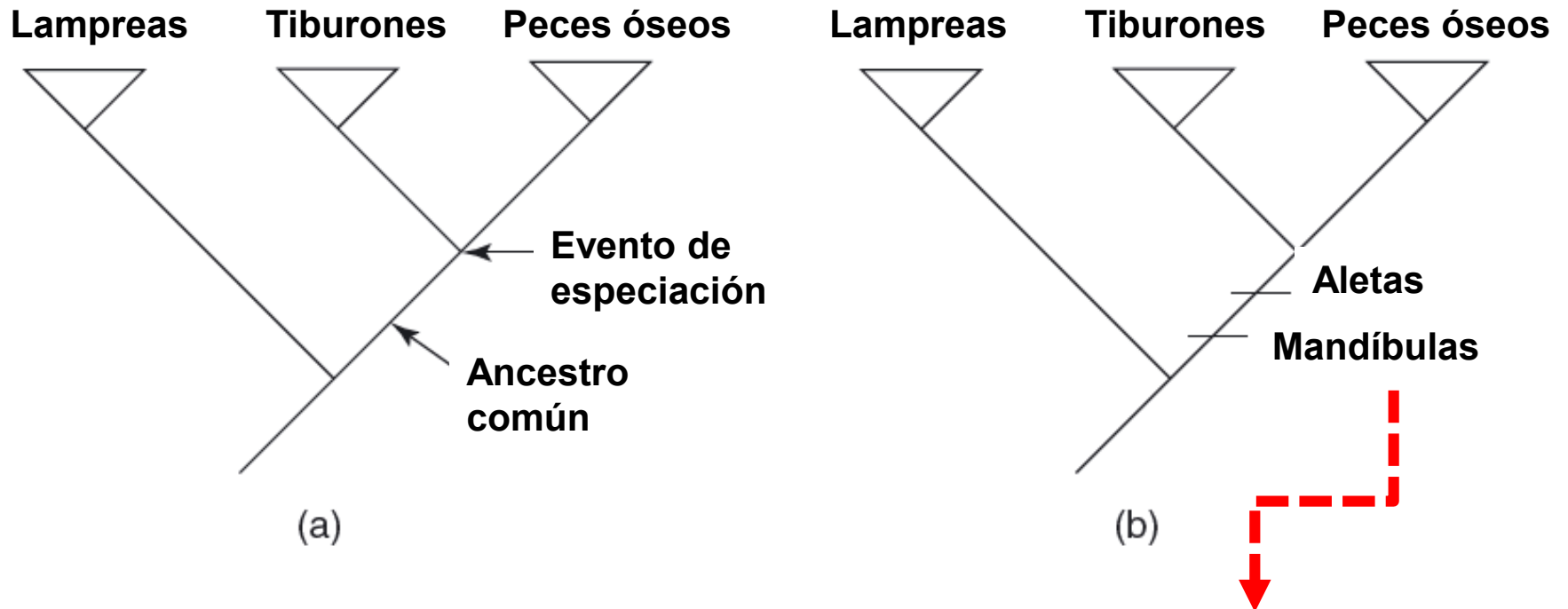






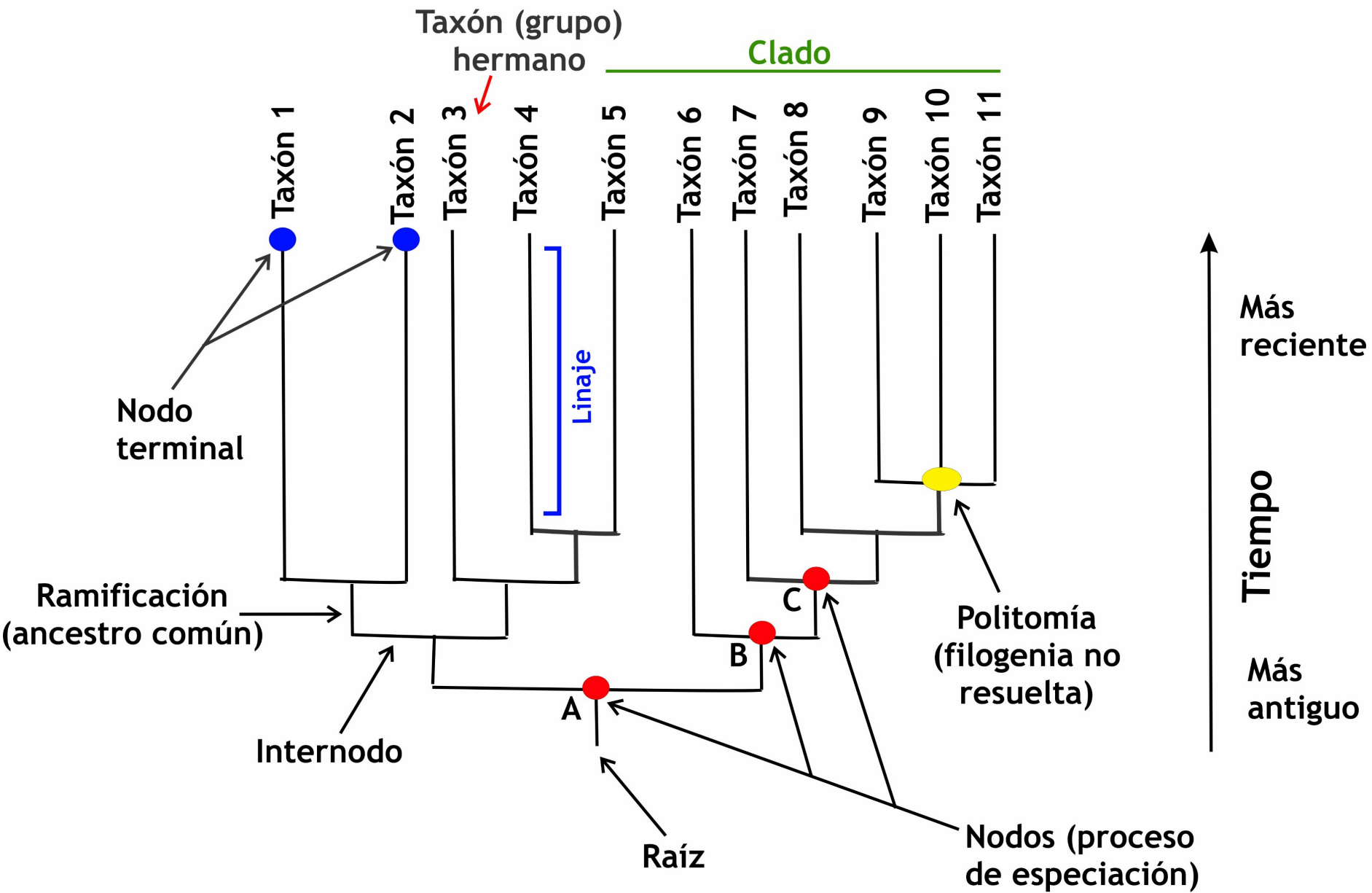
# Arboles filogenéticos

Árbol filogenético que muestra la relación entre lampreas, tiburones y peces óseos.

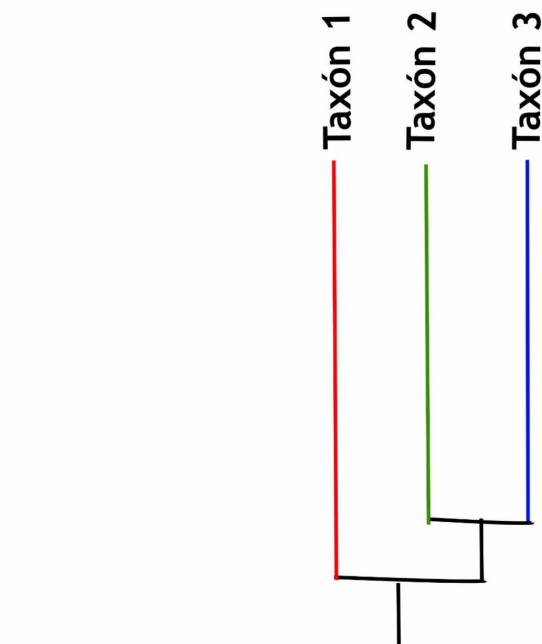
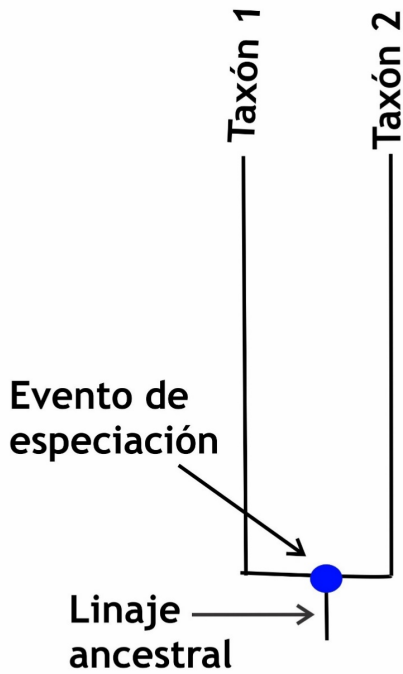


\* Wiley, E.O. & Lieberman, B.S. 2011. Phylogenetics. Theory and practice of phylogenetic systematics. Second edition. Wiley-Blackwell, New Jersey, USA. 406 pp.

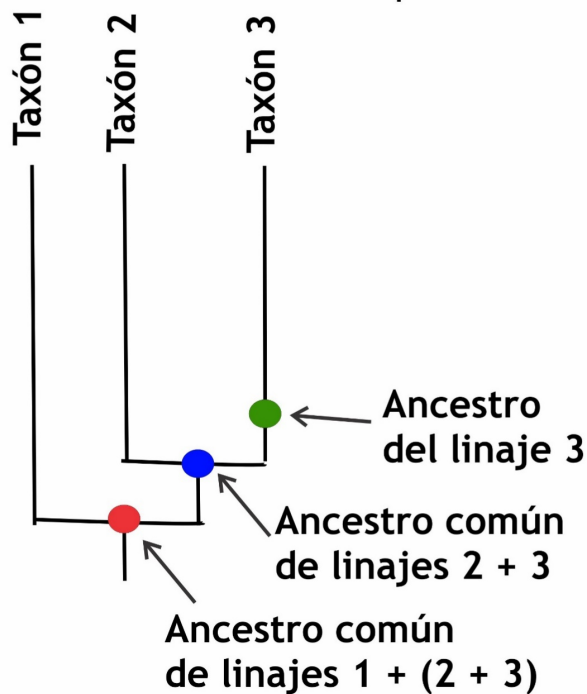
Novedades evolutivas (**sinapomorfías**): apoyan la hipótesis de que tiburones y peces óseos comparten un ancestro común entre ellos y no con las lampreas



Más reciente  
↑  
Tiempo  
↓  
Más antiguo

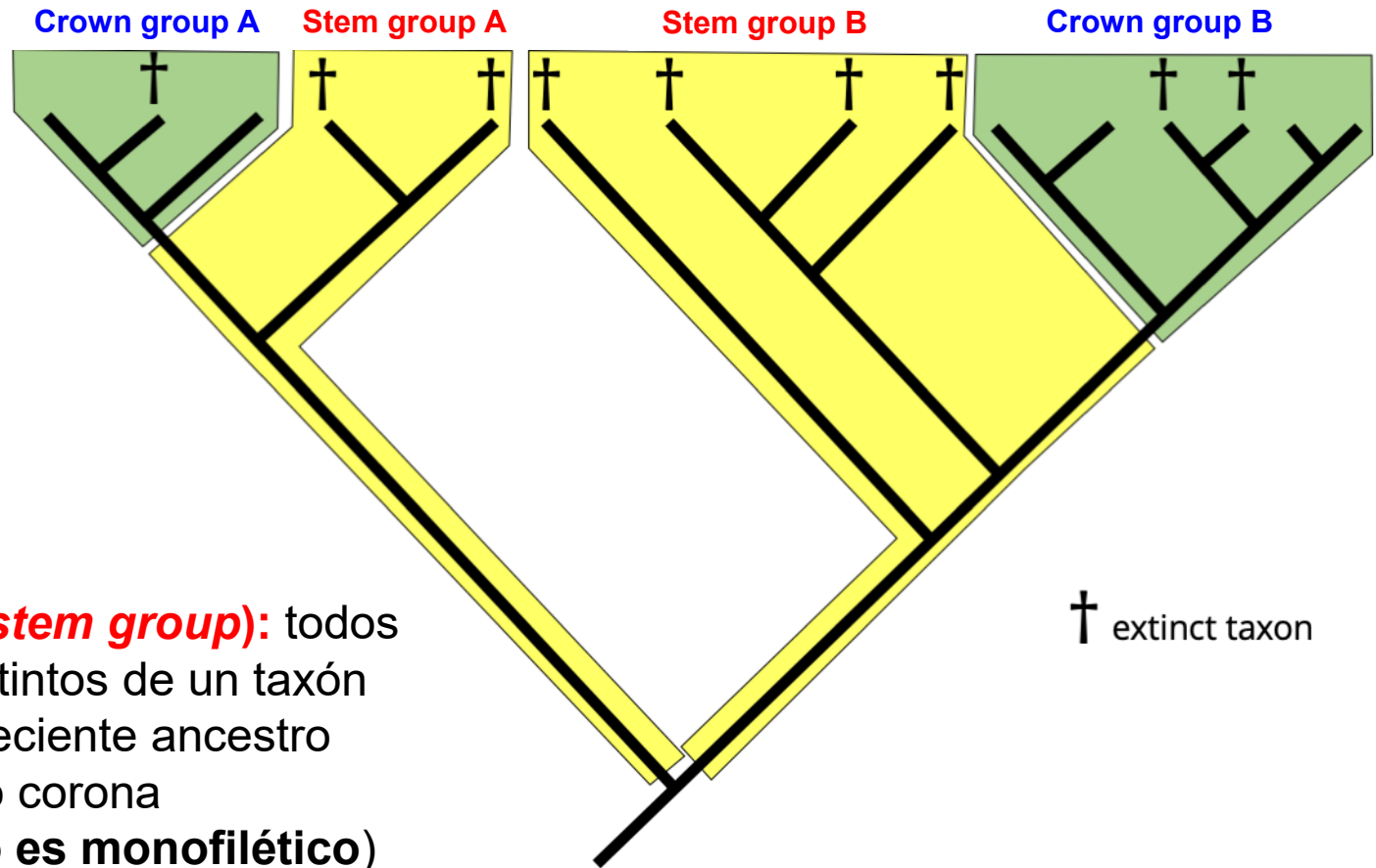


- Historia compartida de linajes 1 + (2 + 3)
- Historia compartida de linajes 2 + 3
- Historia del linaje 1
- Historia del linaje 2
- Historia del linaje 3



**Linaje**: serie de relaciones ancestro-descendiente entre algunas entidades (e.g. organismos o poblaciones) a través del tiempo

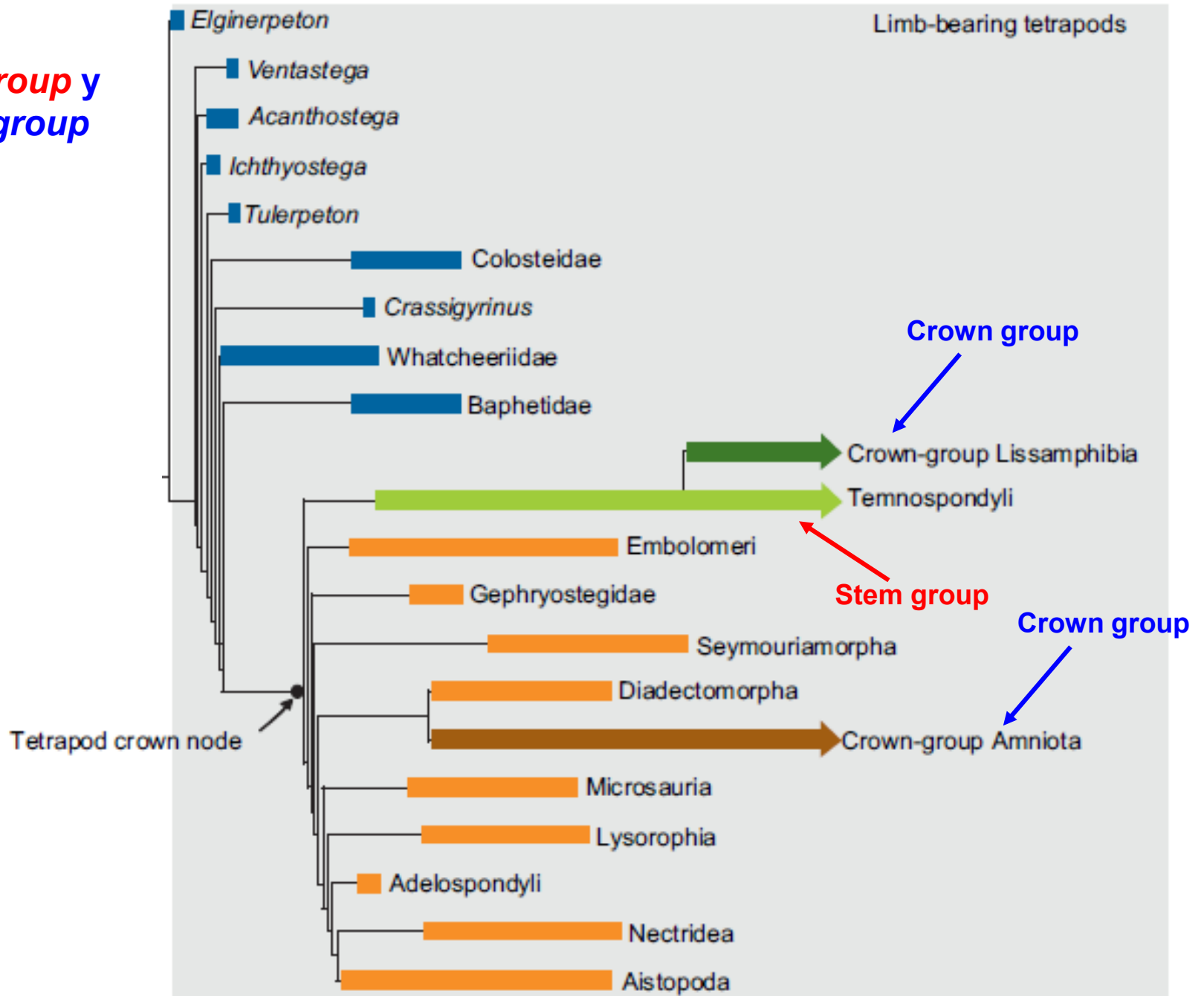
## Grupo tronco (*stem group*) y grupo corona (*crown group*)



**Grupo tronco (*stem group*):** todos los miembros extintos de un taxón previos al más reciente ancestro común del grupo corona (**usualmente no es monofilético**)

**Grupo corona (*crown group*):** grupo monofilético que contiene el más reciente ancestro común de los taxa existentes y todos sus descendientes extintos y existentes

**Stem group**  
**and**  
**crown group**

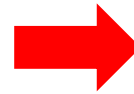


## Tipos de caracteres

- ✓ Comportamentales
- ✓ Morfológicos
- ✓ Anatómicos
- ✓ Fisiológicos

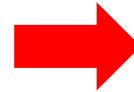
- ✓ Cromosómicos
- ✓ Moleculares
- ✓ Ecológicos

Caracteres **ancestrales**



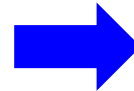
**Plesiomorfías**

Caracteres **ancestrales compartidos**



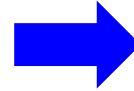
**Simplesiomorfías**

Caracteres **derivados**



**Apomorfías**

Caracteres **derivados compartidos**

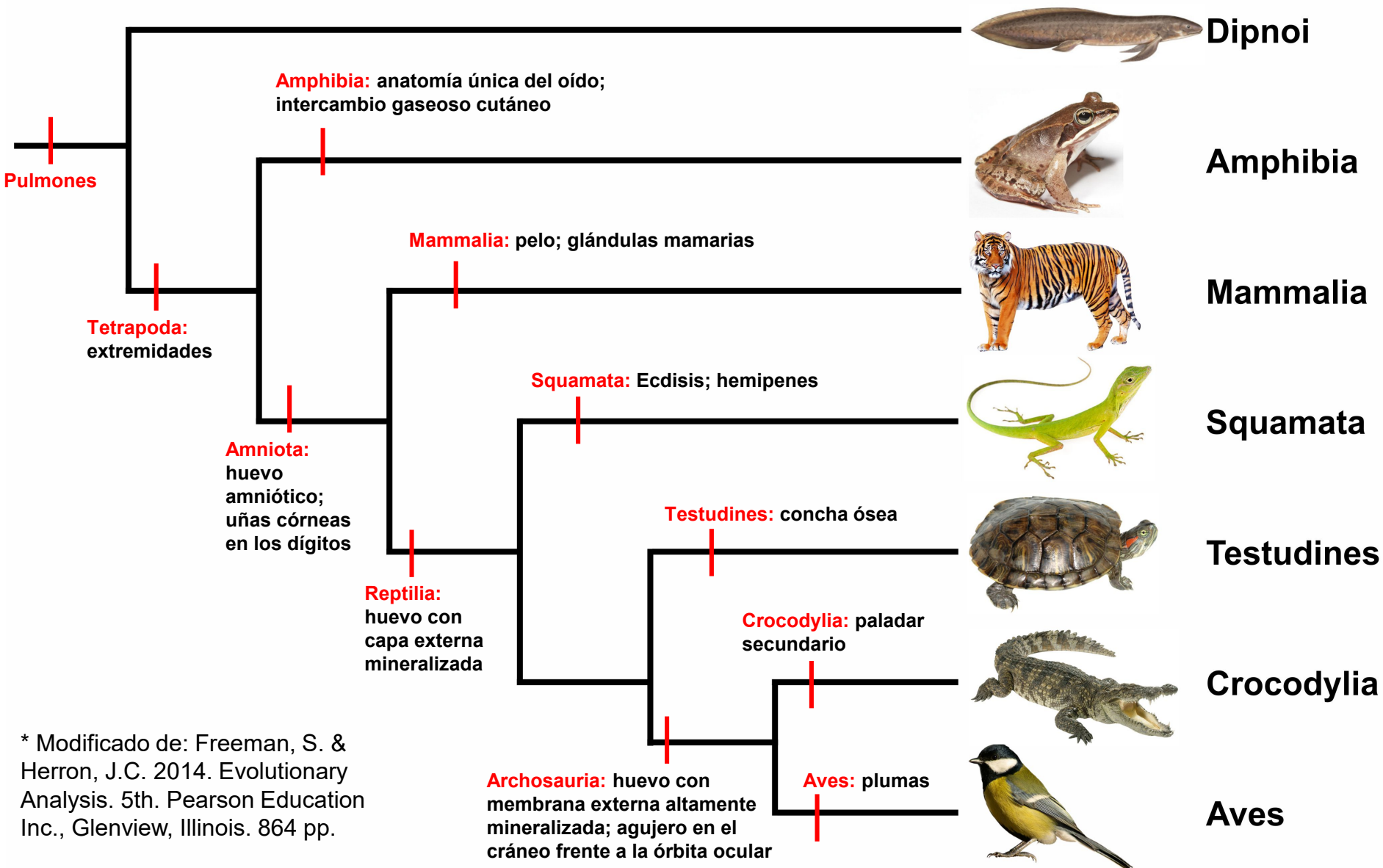


**Sinapomorfías\*\***

**\*\*** Únicos caracteres relevantes  
(= útiles) para determinar las  
relaciones evolutivas

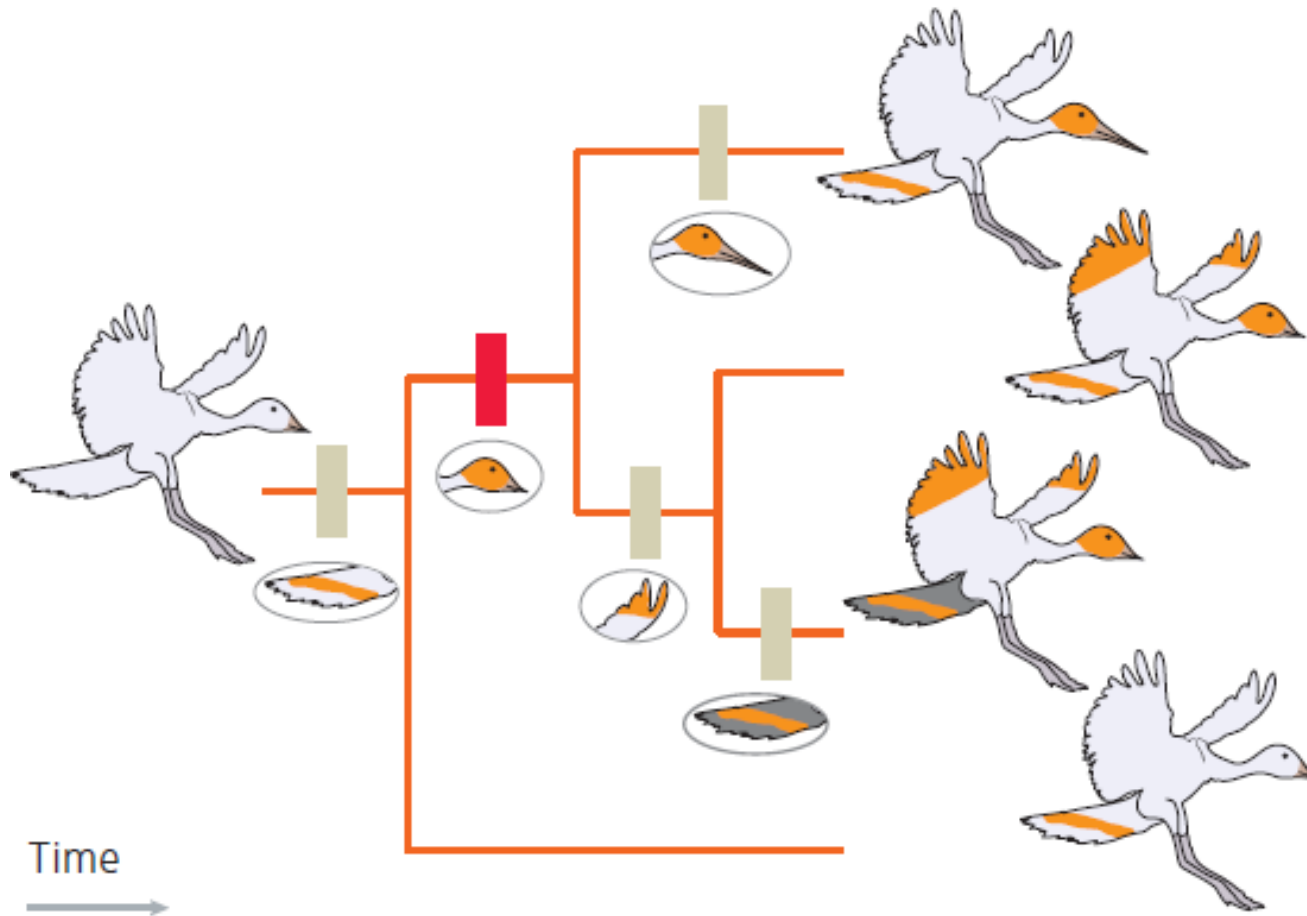


# Apomorfías en Rhipidistia + Tetrapoda



\* Modificado de: Freeman, S. & Herron, J.C. 2014. Evolutionary Analysis. 5th. Pearson Education Inc., Glenview, Illinois. 864 pp.

## Dependiendo del contexto, un carácter puede ser apomórfico o plesiomórfico

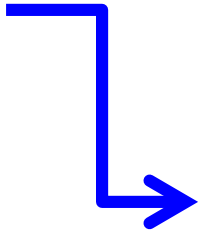


La máscara es un carácter ancestral (plesiomorfía) dentro del grupo de especies de aves con máscara

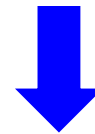
La máscara es una apomorfía (carácter derivado) dentro del grupo de las 3 especies de aves; no la posee el linaje hermano

\* Modificado de: Freeman, S. & Herron, J.C. 2014. Evolutionary Analysis. 5th. Pearson Education Inc., Glenview, Illinois. 864 pp.

**Filogenia** hipótesis sobre las relaciones evolutivas de algún grupo de estudio



Examinada para comprobar si es falsa o verdadera



Nueva hipótesis (nuevo cladograma)

### ***Reconstrucción filogenética***

Identificar las ***plesiomorfías y apomorfías***

## Para construir la filogenia de un grupo se requiere:

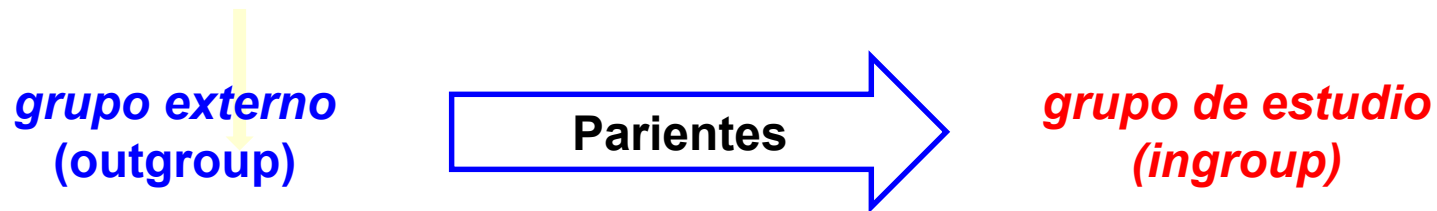
A. Determinar cuál de las formas que presenta el **caracter** estaba presente en el antecesor común de todo el grupo

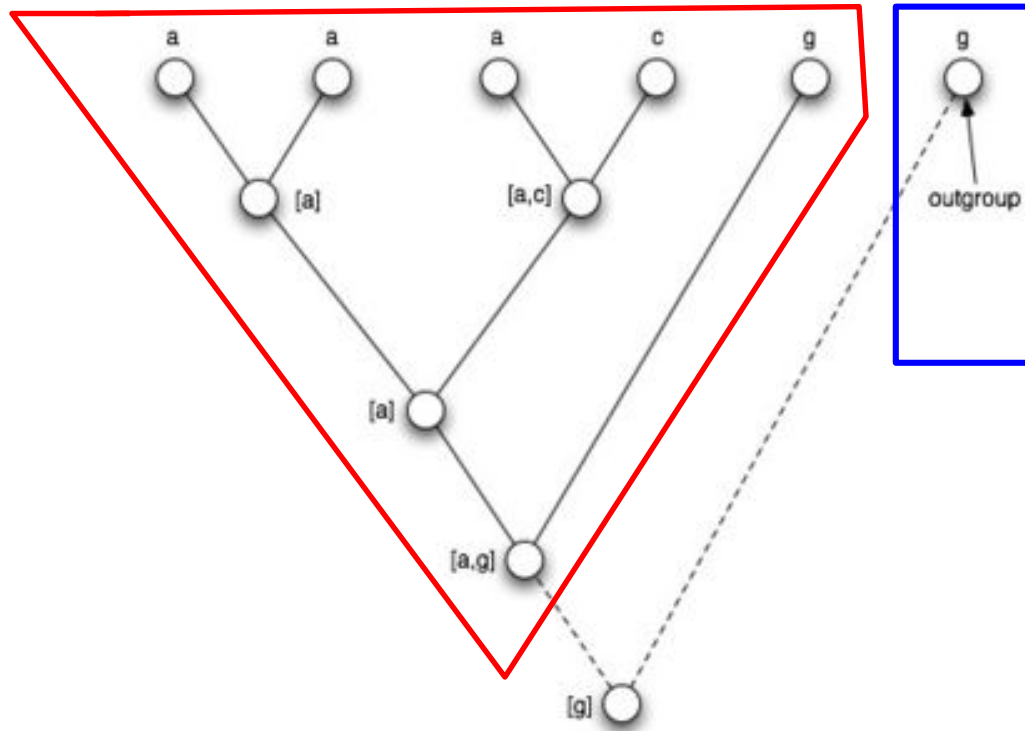
1. Ancestral (plesiomorfía)
2. Derivado (apomorfía)

B. Determinar la polaridad de un carácter

¿Cómo conocer o **determinar la dirección o polaridad** de transformación evolutiva de los caracteres?

**Comparar caracteres analizados con:**

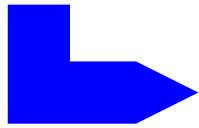




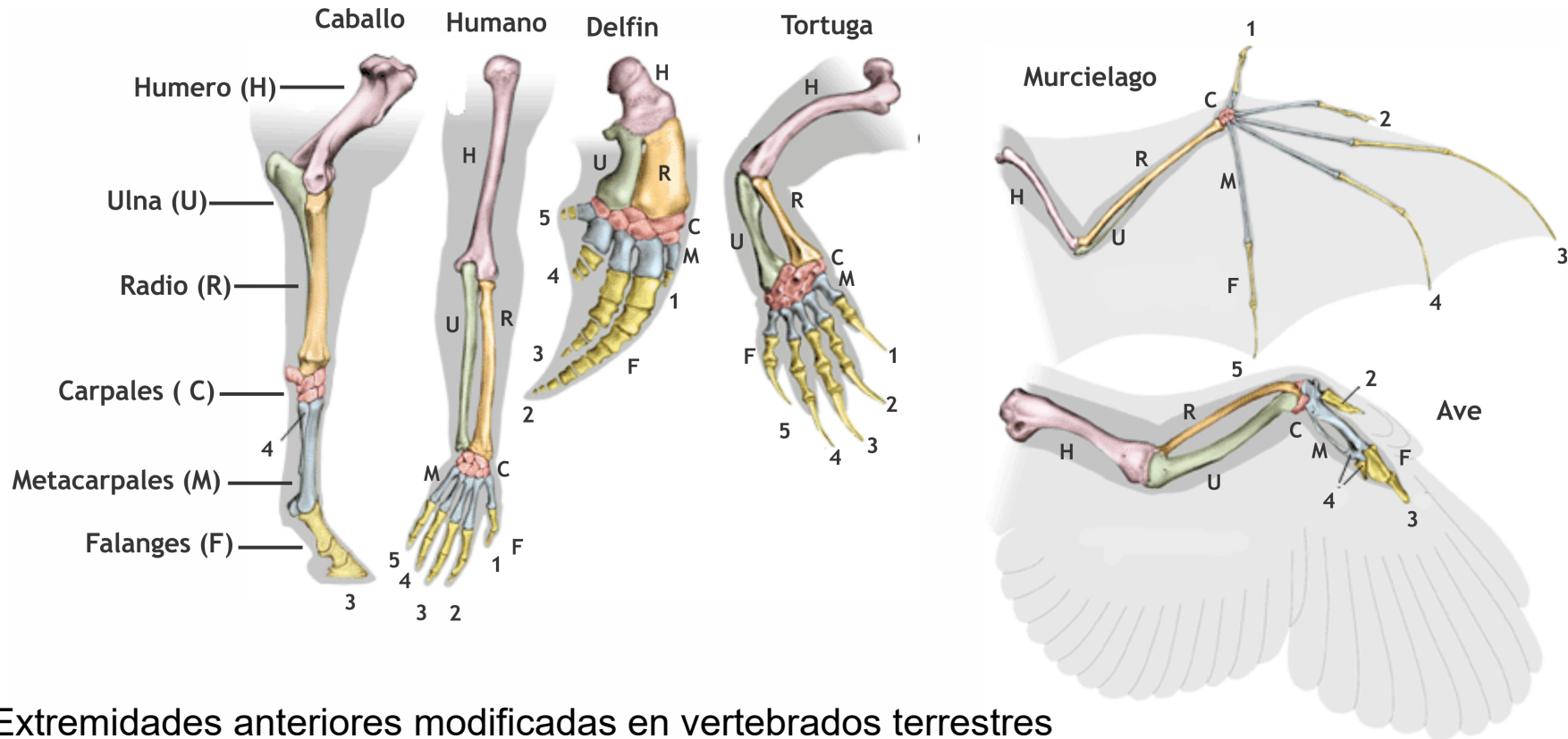
**INGROUP:** Grupo de especies que está siendo analizado por el investigador

**OUTGROUP:** Especie o taxón supraespecífico usado para evaluar cuales de los caracteres que se presumen homólogos indican relaciones genealógicas dentro del grupo de estudio (*ingroup*) y cuales son simplemente caracteres primitivos. El *outgroup* es usado para enraizar el árbol y determinar la polaridad del carácter

Los caracteres derivados compartidos (sinapomorfias) demuestran  
ancestría común



**HOMOLOGÍAS:** dos caracteres presentes en dos spp.  
derivaron con o sin modificación de un ancestro común



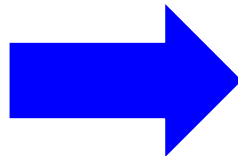
- ✓ Extremidades anteriores modificadas en vertebrados terrestres actuales. Huesos modificados para diferentes funciones

# HOMOPLASIAS

Caracteres (o estado de carácter) en dos organismos **que no han sido derivados de un correspondiente carácter** (o estado) en su más reciente ancestro común

 **No son homólogos**

1. Convergencia
2. Paralelismo
3. Reversión



No indican ancestría común



# Evolución convergente (convergencia)

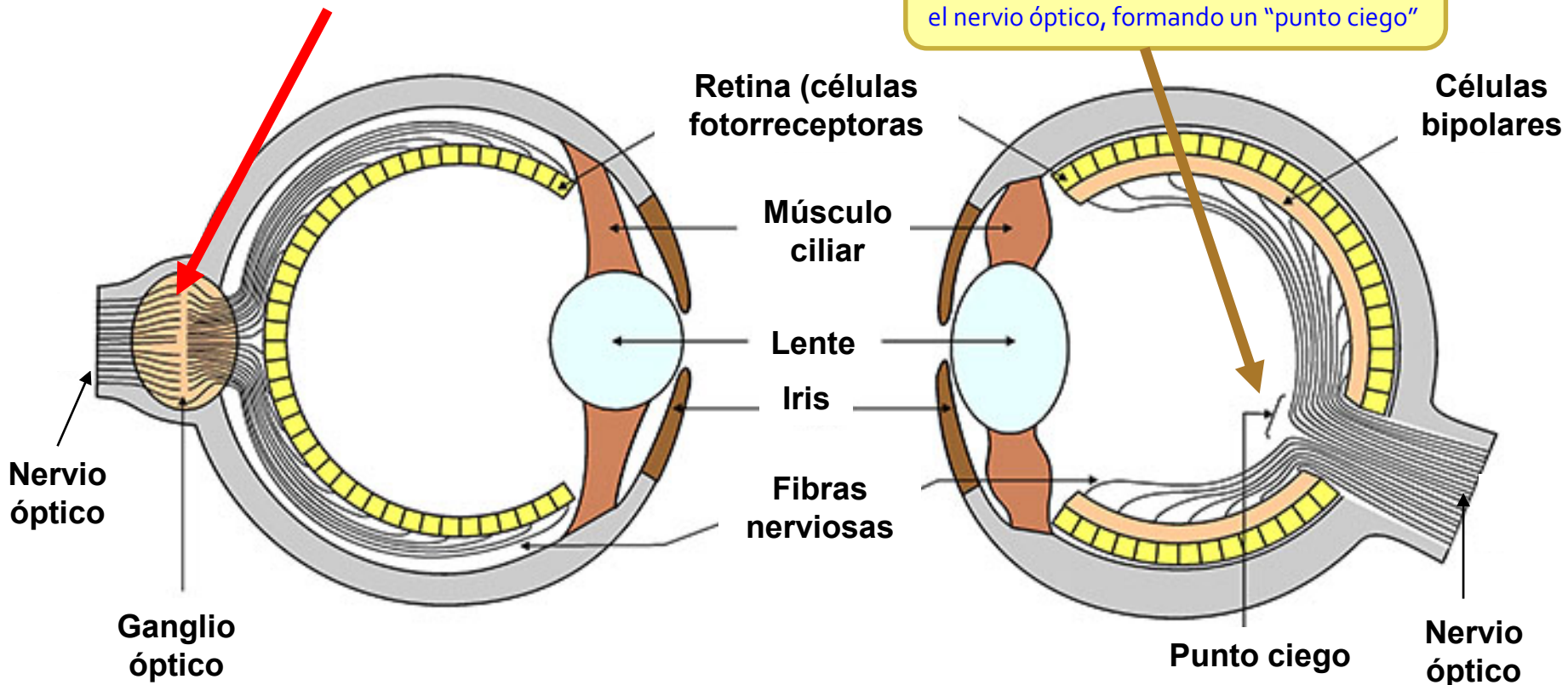
Evolución independiente de rasgos superficialmente similares, pero surgen a partir de rutas evolutivas diferentes

## Pulpo

## Vertebrado

**Cefalópodos:** los axones salen directamente desde la base de las células retinales hacia el ganglio óptico

**Vertebrados:** los axones de las células retinales pasan por la retina y convergen en el nervio óptico, formando un "punto ciego"

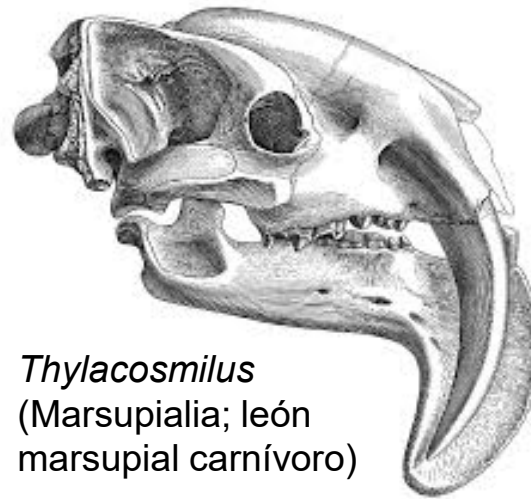
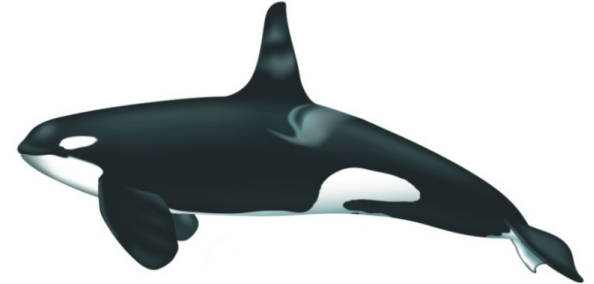


# Otras convergencias

## Condición de “dientes de sable”



*Smilodon* (Carnivora:  
Felidae; tigre diente  
de sable; carnívoro)



*Thylacosmilus*  
(Marsupialia; león  
marsupial carnívoro)



*Estemmenosuchus*  
(Therapsida; reptil  
mamiferoide  
omnívoro)

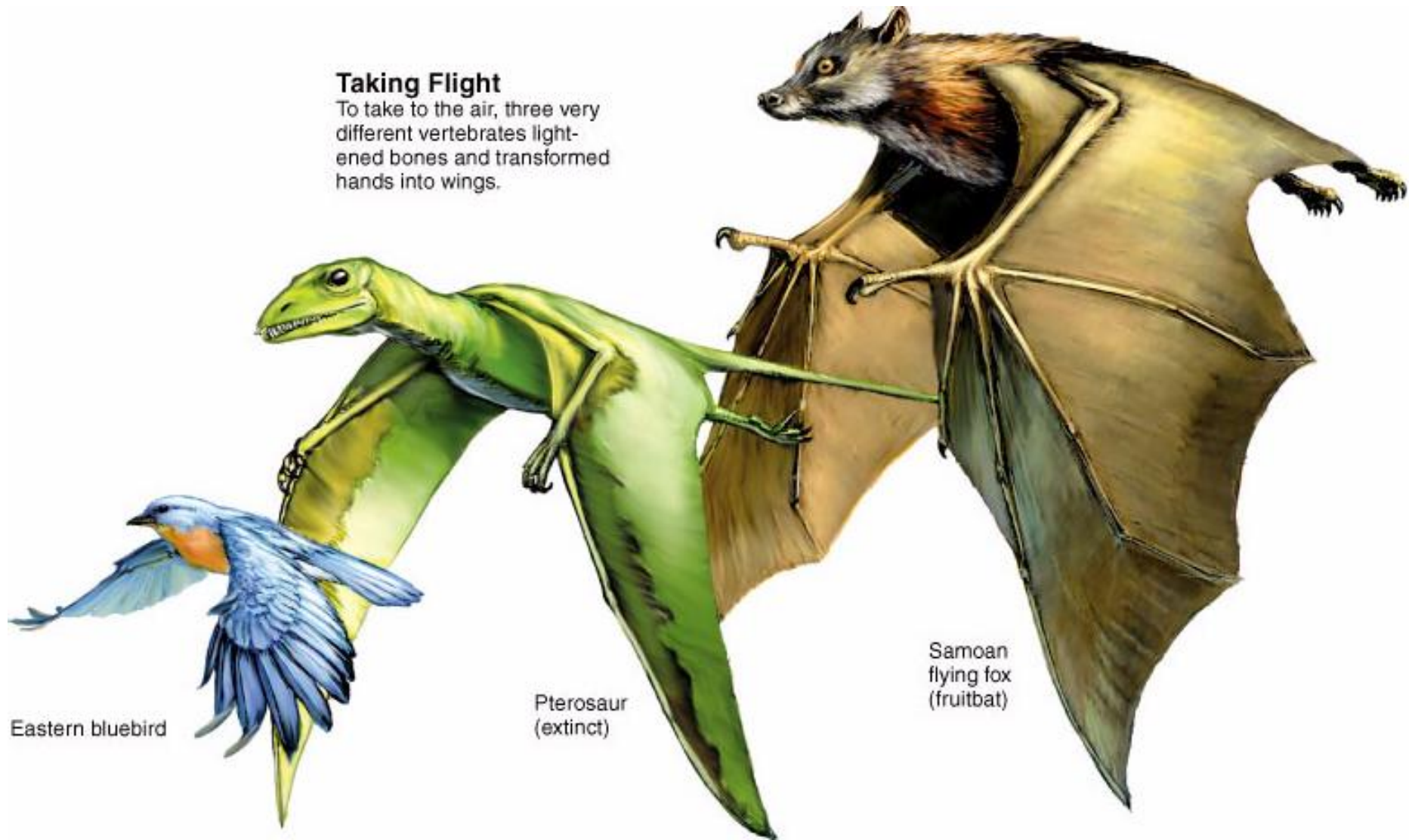


*Barbourofelis* (Carnivora:  
Barbourofelidae; “gato” carnívoro)

# Otras convergencias

## Taking Flight

To take to the air, three very different vertebrates lightened bones and transformed hands into wings.



Eastern bluebird

Pterosaur (extinct)

Samoan flying fox (fruitbat)



# Evolución paralela (paralelismo)

Involucra de desarrollo similares que evolucionan independientemente en dos linajes recientemente divergentes (tal vez por tener mecanismos de desarrollo similares que los inician): especies dentro de un género

**EVOLUCIÓN PARALELA EN**  
Mamíferos con placenta  
(Mammalia: Theria)  
**Placentados (EUTHERIA)**    **Marsupiales (METATHERIA)**

NICHO:  
Mirmecofágos  
cavadores



Oso hormiguero  
*Myrmecophaga*

NICHO:  
Herbívoros  
fosoriales



Marmota  
*Marmota*

NICHO:  
Roedores



Ratón casero  
*Mus*

NICHO:  
Excavadores



Topo  
*Talpa*



Hormiguero marsupial  
(numbat) *Myrmecobius*



Wombat  
*Phascolomys*



Ratón marsupial  
*Dasyiscercus*



Topo marsupial  
*Notoryctes*

NICHO:  
Planeadores  
arbóreos



Ardilla voladora  
*Glaucomys*

NICHO:  
carnívoros  
parecidos  
a perros



Lobo  
*Canis*

NICHO:  
carnívoros  
parecidos a  
gatos



Ocelote  
*Leopardus*



Falango volador  
*Petaurus*



Lobo marsupial de Tasmania  
*Thylacinus*

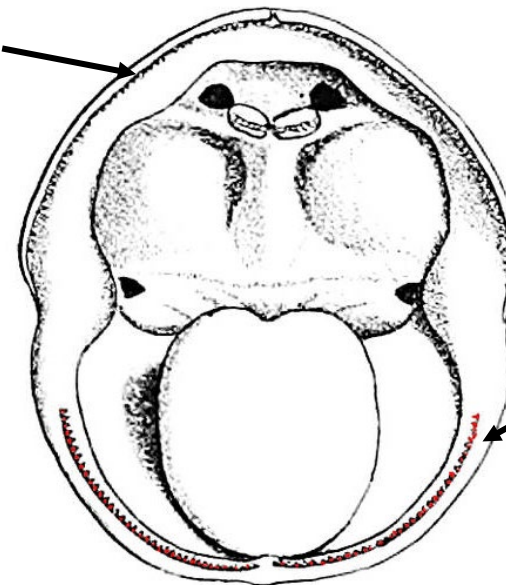
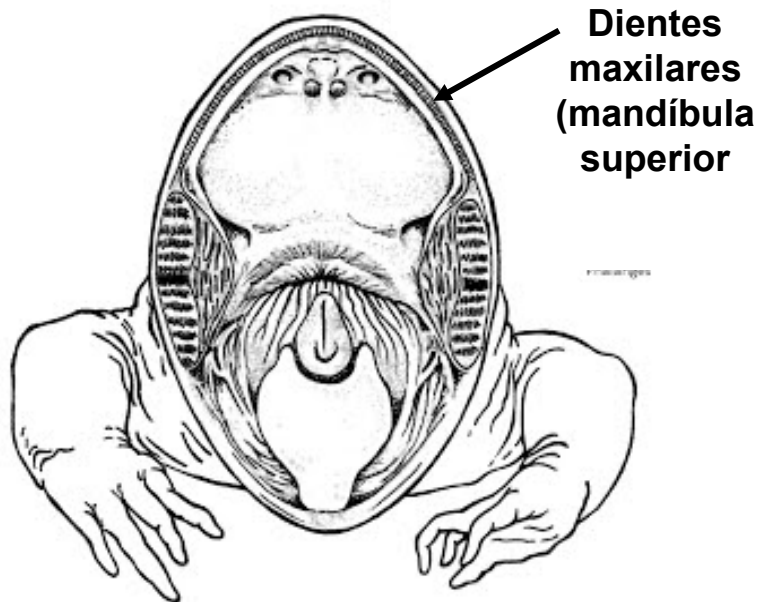


Gato marsupial  
*Dasyurus*

## Reversión evolutiva

Retorno de un estado de caracter “avanzado” a uno más “primitivo” (estado ancestral)

- *Gastrotheca guentheri* posee dientes en mandíbula inferior
- Esta especie evolucionó a partir de un ancestro entre los anuros actuales que no poseía dientes



*Boca de Gastrotheca guentheri* (Anura: Hemiphractidae) mostrando los dientes en mandíbula inferior

## Otro ejemplo general de reversión evolutiva

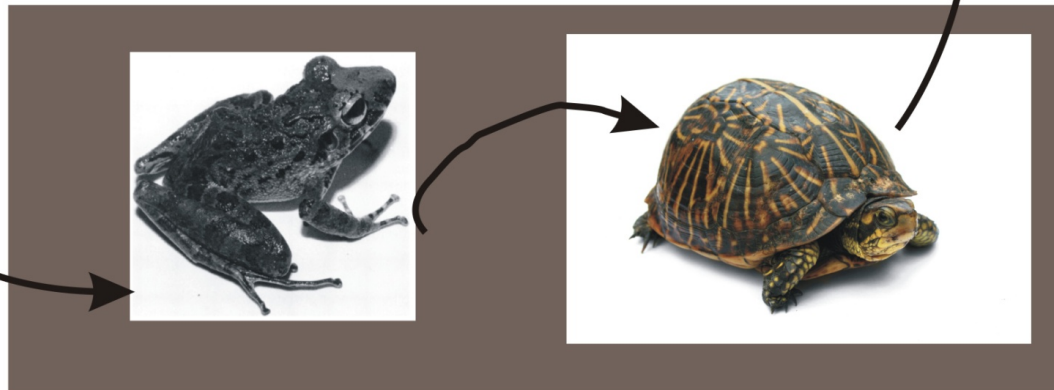
**Ancestral:** los tetrápodos surgieron de un ancestro pez (vida marina)

**Mar**



**Retorno a un estado ancestral:** tortuga marina retornaron a la vida marina a partir de un ancestro terrestre

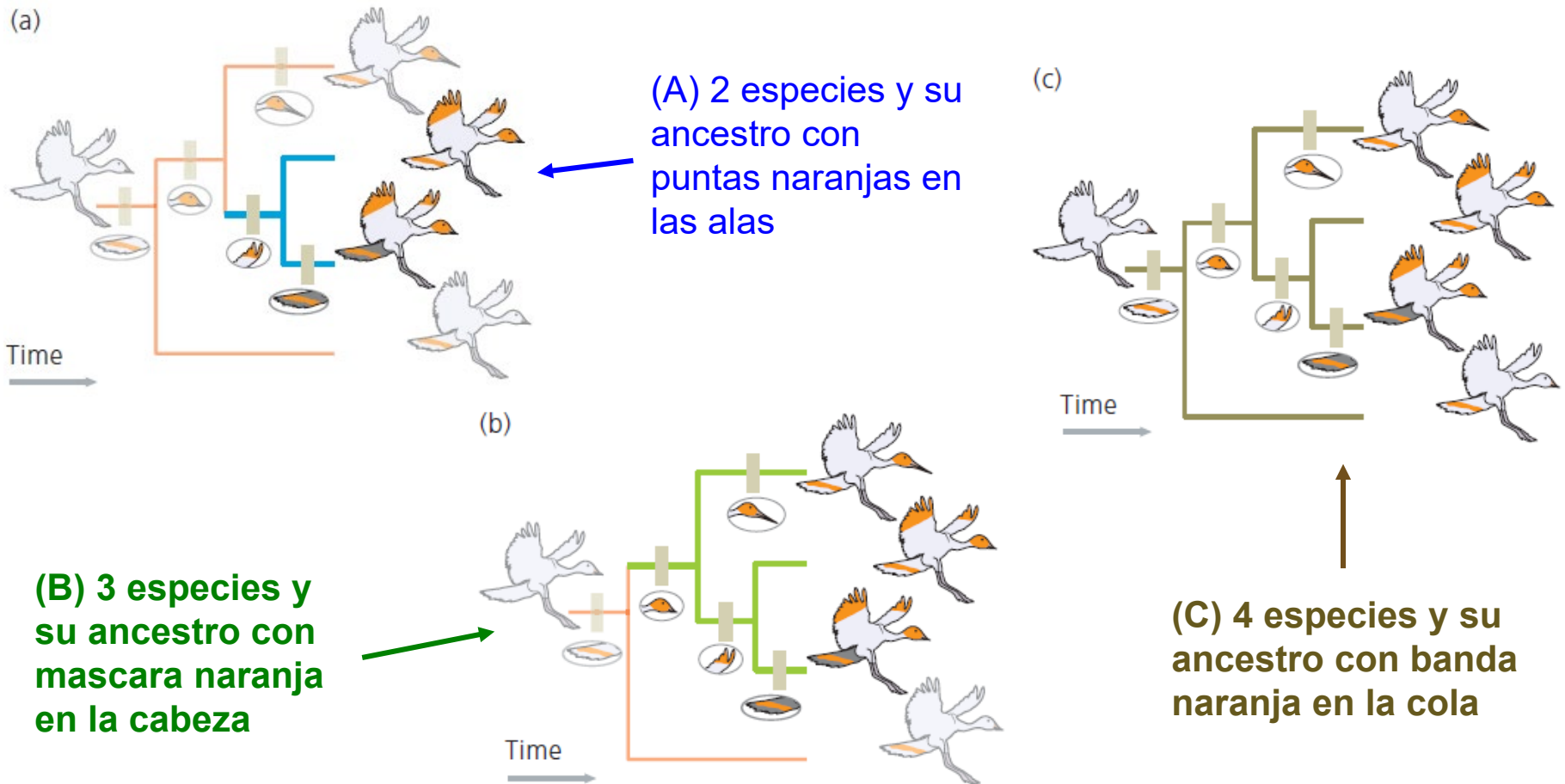
**Derivado:** vida terrestre de los tetrápodos



**Tierra**

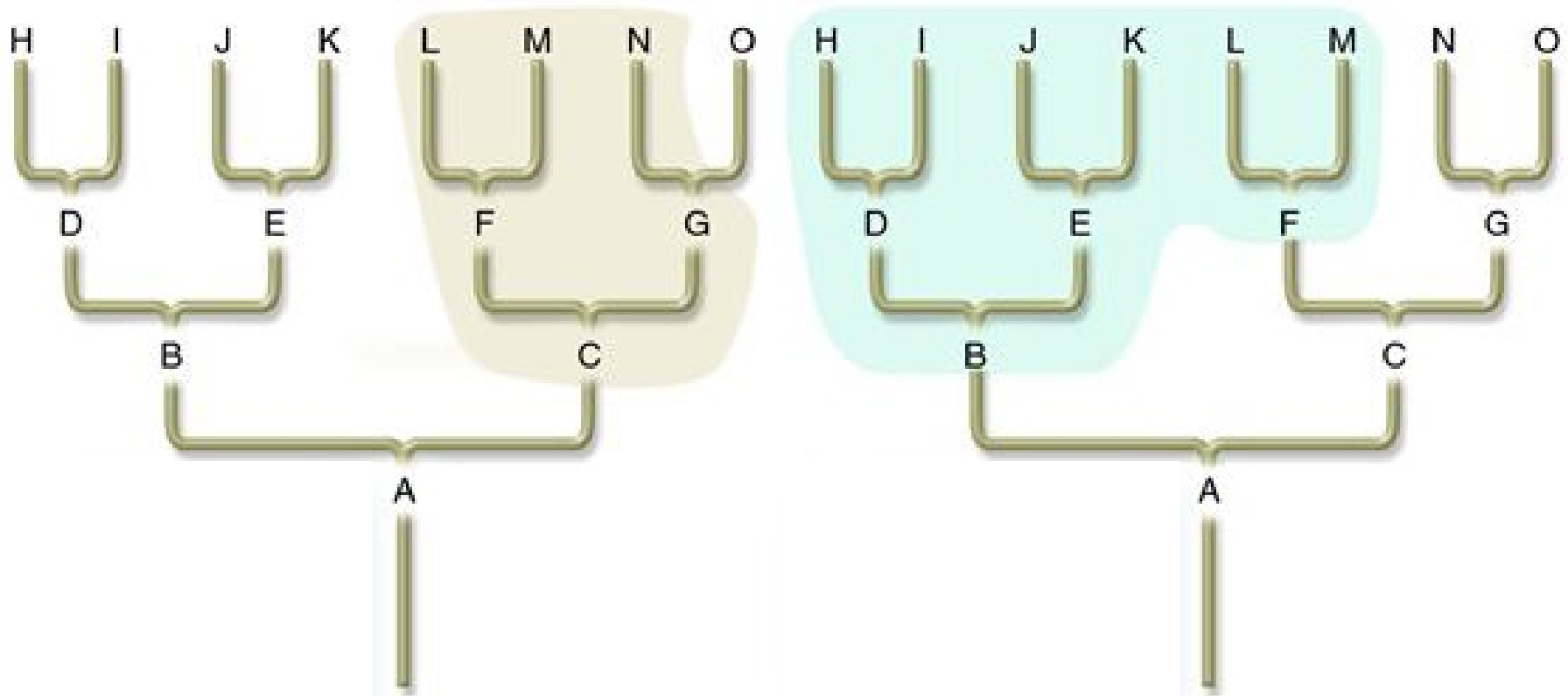
# Clasificaciones taxonómicas **natural** vs. **artificial**

- ✓ **Grupo monofilético (grupo natural):** incluye una forma ancestral y todos sus descendientes





## Grupo artificiales: parafilético y polifilético



✓ **Grupo parafilético:** Contiene el ancestro, pero se ha excluido uno o más de sus descendientes

✓ **Grupo polifilético:** contiene grupos de especies con más de un ancestro