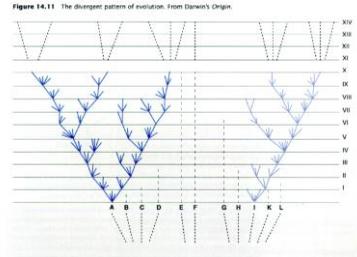


Curso de Evolución 2020  
 Facultad de Ciencias  
 Montevideo, Uruguay  
<http://evolucion.fcien.edu.uy/>  
<http://eva.fcien.universidad.edu.uy/>



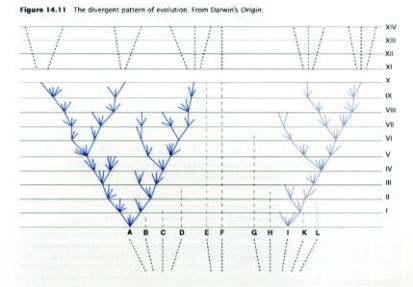
Tema 2. Las filogenias como contexto de análisis de la evolución. Aplicaciones del análisis filogenético. Análisis filogenético según el principio de parsimonia. Métodos basados en distancias y en modelos de evolución molecular.

1

### Darwin: la evolución es “descendencia con modificación”

- ancestro común a todos los seres vivos
- diversificación de linajes derivados de aquel

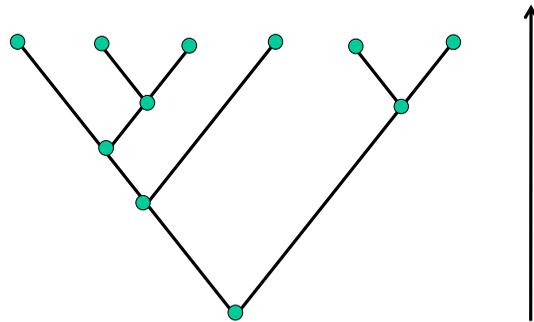
**Darwin:** “Así se producen dos o más géneros, mediante *herencia con modificación*, a partir de dos o más especies del mismo género. Y las dos o más especies progenitoras descienden de alguna especie de un género anterior. En nuestro esquema ello se ilustra mediante las líneas de trazos situadas bajo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



2

### Darwin: la evolución es “descendencia con modificación”

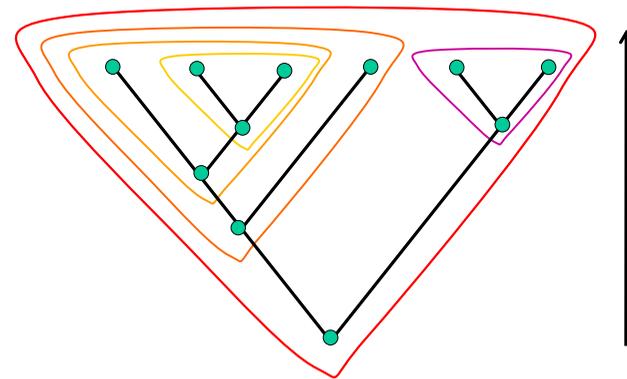
- ancestro común a todos los seres vivos
- diversificación de linajes derivados de aquel



3

### Darwin: la evolución es “descendencia con modificación”

- llamamos **filogenia** al ordenamiento jerárquico resultante

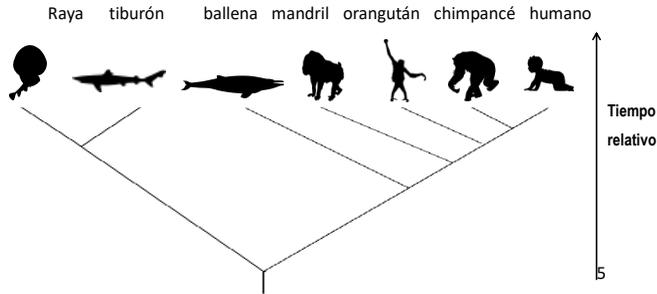


4

**FILOGENIA:** historia evolutiva de un grupo determinado. Es un ordenamiento de relaciones anidadas y jerárquicas.

Estas relaciones evolutivas son ilustradas mediante un **ARBOL FILOGENETICO:** representación gráfica de dicha historia.

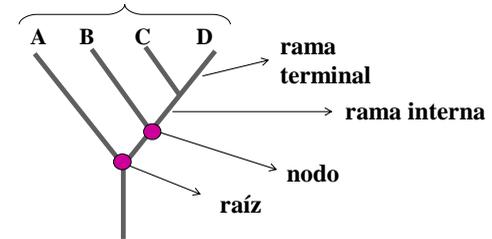
Patrón de ramificación: **TAXA u OTUs**  
(Unidades Taxonómicas Operativas)  
**TOPOLOGIA**



En estudios filogenéticos, las relaciones evolutivas entre varias especies es ilustrada por medio de un **árbol filogenético**, que es una representación gráfica compuesta por **nodos** conectados por **ramas**.

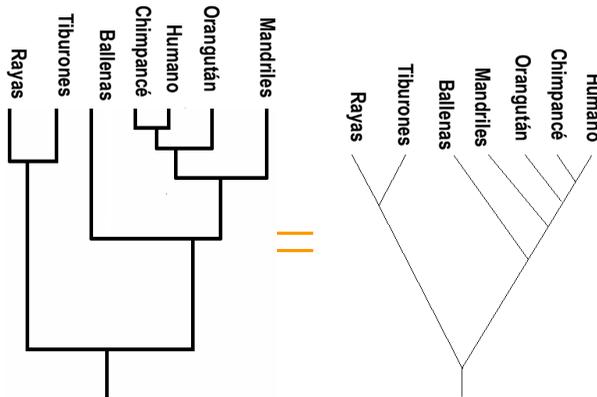
Este patrón de ramificación es llamado **topología**.

**OTU's (unidades taxonómicas operativas) / taxa**



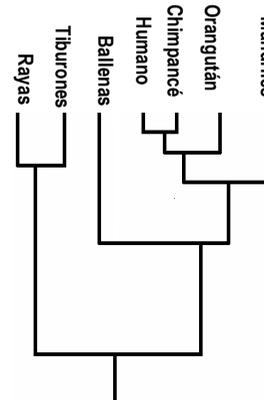
6

### LA TOPOLOGIA ES LA MISMA



7

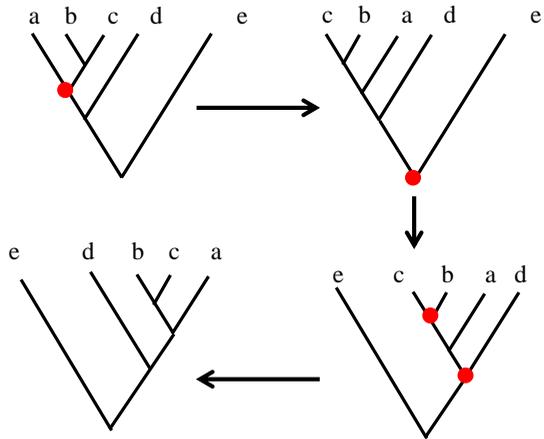
### Algunos errores comunes de interpretación



- los mandriles están antes que los chimpancés
- los mandriles son más primitivos que el orangután
- los mandriles se parecen más al ancestro común de los primates que el resto del grupo
- las ballenas están más cerca de otros vertebrados no mamíferos que el resto de los mamíferos

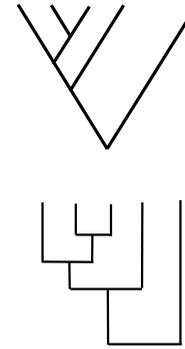
8

## LA TOPOLOGIA ES LA MISMA

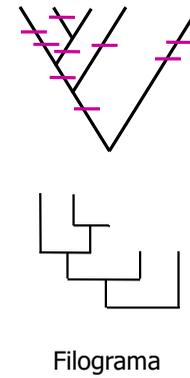


9

topología



topología + cantidad de cambio



Filograma

10

Dentro del grupo considerado (A,B,C,D,E,F,G,H,I):



(A,B,C,D,E,F,G) es un grupo **MONOFILÉTICO**  
(incluye un ancestro y todos sus descendientes)



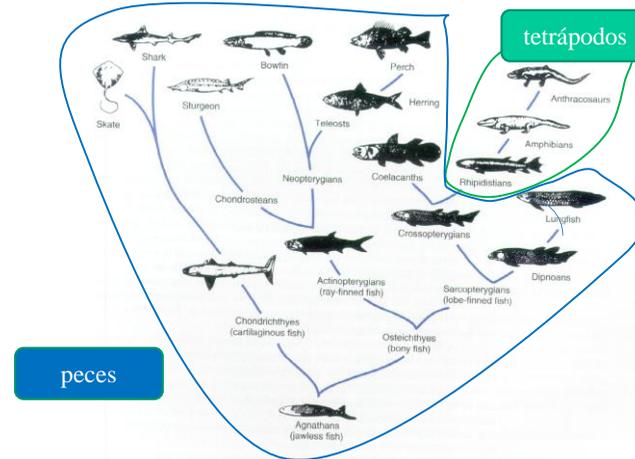
(B,C,D,E,F,G) es un grupo **PARAFILÉTICO**  
(incluye un ancestro y muchos, pero no todos, sus descendientes)



(A, H) es un grupo **POLIFILÉTICO**  
(grupo discontinuo del punto de vista filogenético)

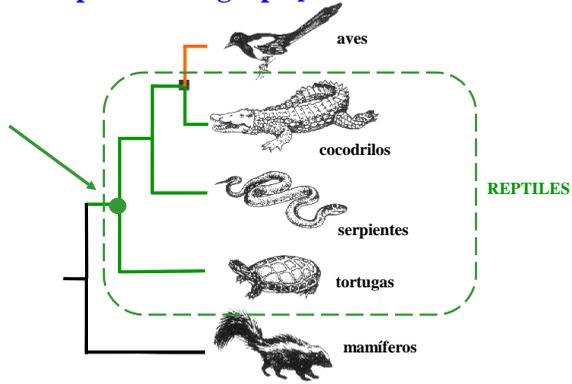
11

Los Peces: un grupo parafilético



12

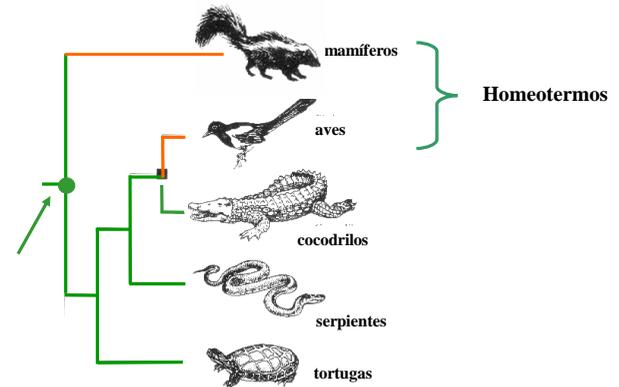
### Reptiles: otro grupo parafilético



El grupo incluye un ancestro común, pero no incluye a todos sus descendientes (excluye a las aves).

13

### Los homeotermos: un grupo polifilético



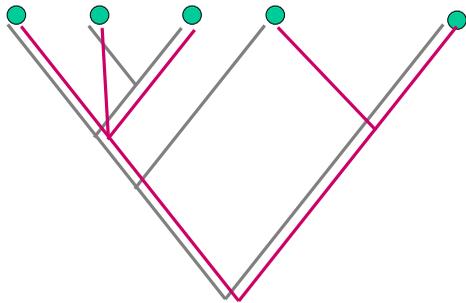
El ancestro común de los homeotermos no lo era (no pertenece al grupo); Por tanto, el grupo tiene dos orígenes independientes.

14

### Filogenias

verdadera historia evolutiva

una hipótesis sobre dicha historia

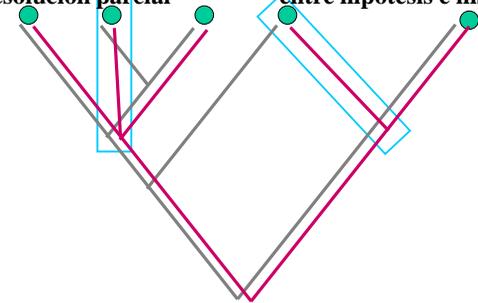


15

### Filogenias

politomía:  
resolución parcial

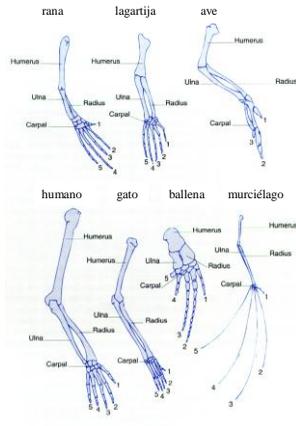
diferencia topológica  
entre hipótesis e historia



16

- **homología** : implica legado de ancestro común

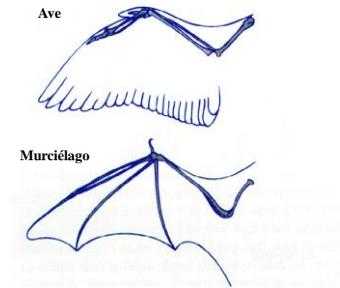
**Extremidades anteriores de varios tetrápodos.**



Se consideran estructuras homólogas aunque su forma varíe (carácter homólogo con varios estados).

17

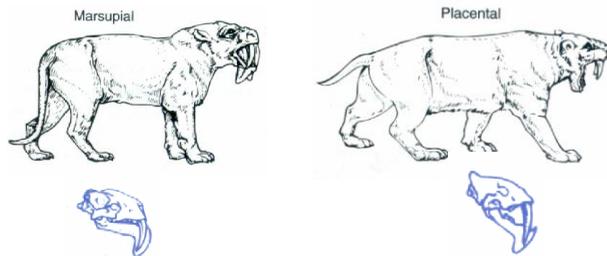
- **analogía (homoplasia)**: implica orígenes independientes
- **alas de murciélagos y aves**



Los miembros anteriores son homólogos, pero el estado “ala” es análogo, ya que los dos grupos adquirieron ese estado de manera independiente.

18

**La analogía puede llegar a ser sorprendente**



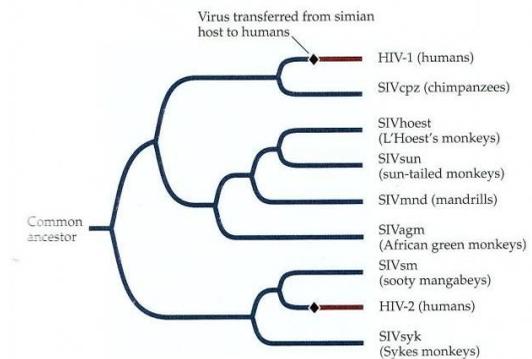
La Selección Natural favorece el mismo tipo de estructura en “tigres dientes de sable” de linajes distintos (marsupiales y mamíferos placentados).

**LA ANALOGÍA (HOMOPLASIA): RESULTA DE PARALELISMOS, CONVERGENCIAS, O REVERSIONES**

19

**Algunas aplicaciones del análisis filogenético<sup>(1)</sup>**

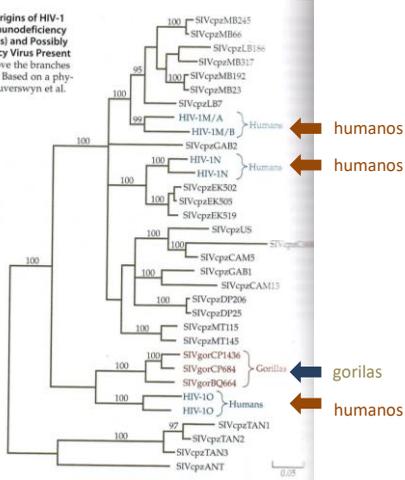
Origen independiente de HIV-1 y HIV-2



(1) Ejemplos de Hillis, DM, cap 16 en Futuyma et al (eds), 2010. Evolution since Darwin—the first 150 years. Sinauer Assoc., Sunderland, Mass.

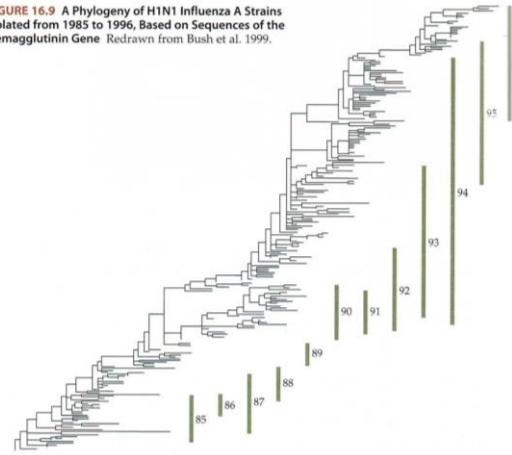
## Origen y diversidad de HIV-1

FIGURE 16.5 The Multiple Origins of HIV-1 Strains from SIVcpz (the Immunodeficiency Virus Present in Chimpanzees) and Possibly SIVgor (the Immunodeficiency Virus Present in Gorillas). The numbers above the branches are bootstrap support values. Based on a phylogenetic analysis by Van Heuvels et al. 2006.



## Variación interanual de influenza H1N1

FIGURE 16.9 A Phylogeny of H1N1 Influenza A Strains Isolated from 1985 to 1996, Based on Sequences of the Hemagglutinin Gene. Redrawn from Bush et al. 1999.



## Evolución de hemaglutinina (influenza H1N1)

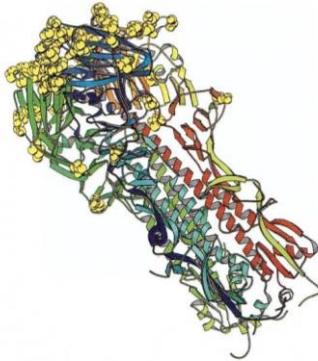
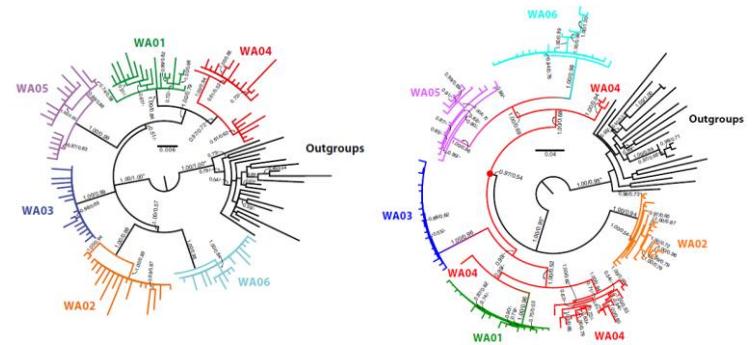


FIGURE 16.10 Model of the Hemagglutinin Protein, Showing Amino Acid Sites that Are Under Positive Selection for Change (Yellow Spheres). From Hillis 1999a.

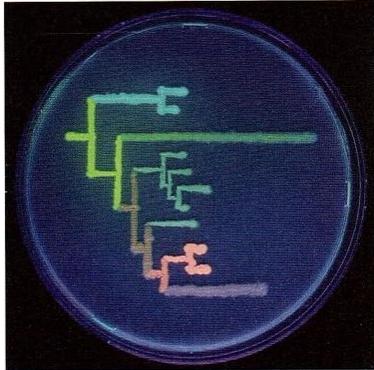
## Transferencia de HIV-1 en casos criminales



Scaduto et al. 2010. Source identification in two criminal cases using phylogenetic analysis of HIV-1 DNA sequences. PNAS 107: 21242-21247.

## Algunas aplicaciones del análisis filogenético

Reconstrucción de la evolución gradual de proteínas fluorescentes en corales



1. Análisis filogenético.
2. Reconstrucción de secuencias de proteínas ancestrales.
3. Síntesis de genes ancestrales y expresión.
4. Medida de fluorescencia.

## Comentarios finales

- El análisis filogenético es esencial para estudiar la evolución.
- Nuestras filogenias son aproximaciones a (o hipótesis sobre) a “la” filogenia (que expresa las relaciones evolutivas entre las entidades biológicas).
- El análisis filogenético ofrece un marco de referencia para establecer
  - Parentesco
  - Cambios genéticos, fenotípicos, geográficos, de ambientes.
- Encuentra diversas aplicaciones en ciencia, tecnología, y en otros aspectos de la vida social.