

Tendencias sistemáticas más interesantes

- **ESCUELA EVOLUTIVA (TRADICIONAL)** Surge a mediados de 1940, las relaciones no deben ser necesariamente monofiléticas (agrupados de acuerdo a un antecesor común), sus principales impulsores fueron **Mayr y Simpson**.
- **ESCUELA FILOGENÉTICA (CLADISTA O HENNIGIANA)** Surge en 1970, los taxones deben ser estrictamente *monofiléticos*, sus principales impulsores son **Hennig, Wiley y Nelson**.

CLADISMO

- Es un método para postular hipótesis de relaciones filogenéticas entre organismos. Como cualquier otro método tiene :
 - Principios
 - Metodología
 - Limitaciones

CLADISMO: PRINCIPIOS

- Los miembros de un grupo comparten una historia evolutiva: **son descendientes de un ancestro (MONOFILETISMO)**.
- Los miembros del grupo son más cercanos entre sí que con cualquier otro organismo. Las separaciones entre grupos (**CLADOGÉNESIS**) se realizan dicotómicamente.
- Comparten alguna característica que no está presente en sus ancestros lejanos (**SINAPOMORFÍA**): Los cambios suceden dentro de los linajes en el transcurrir del tiempo.

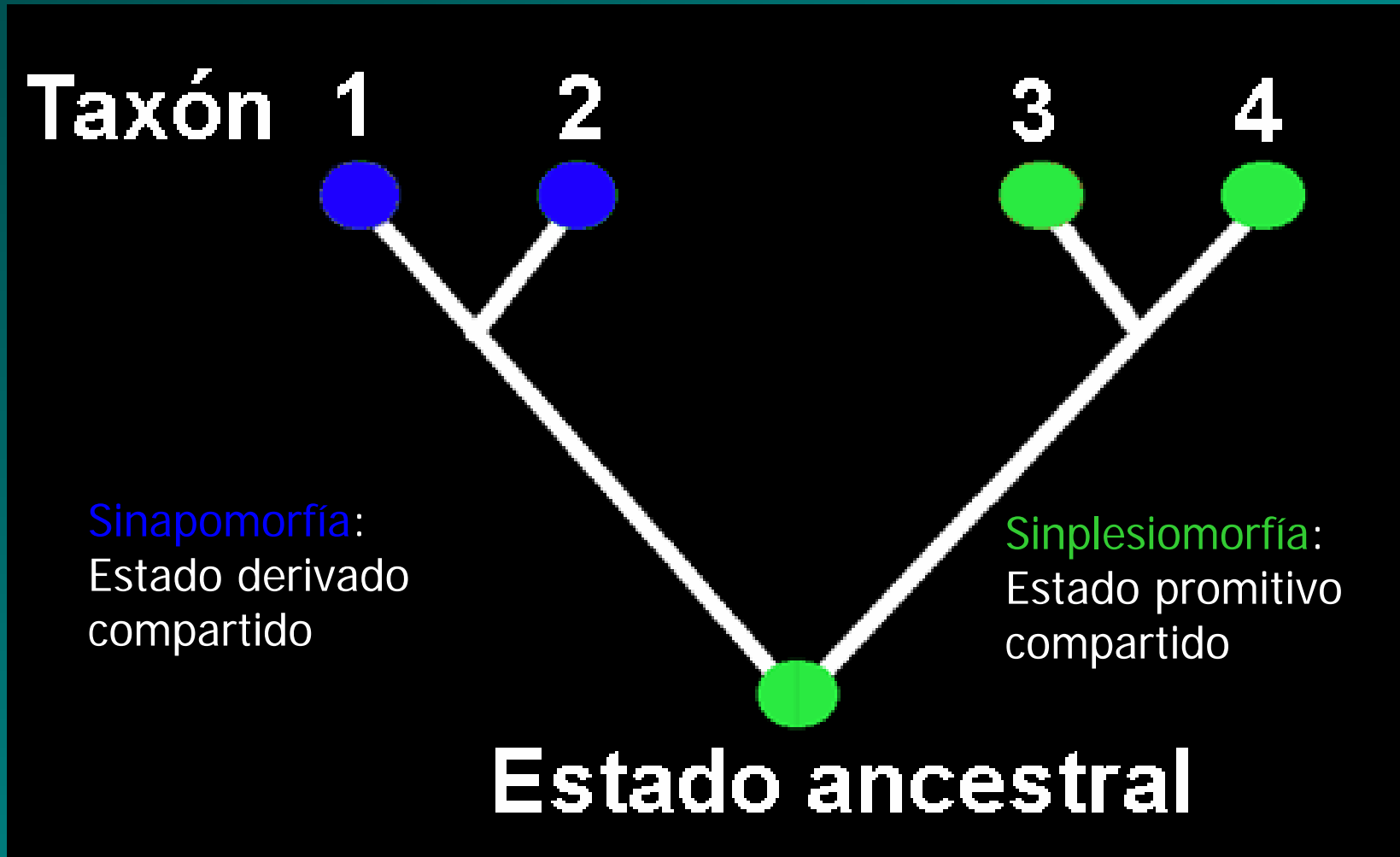
CLADISMO: METODOLOGÍA

- **Homoplasias.** son caracteres **ANÁLOGOS** originados independientemente el uno del otro desde dos caracteres preexistentes diferentes o desde un carácter preexistente en dos momentos diferentes o en dos taxones diferentes.
 - **Paralelismo:** cuando desde un mismo carácter plesiomórfico se desarrollan de forma independiente dos caracteres similares.
 - **Convergencia** cuando el desarrollo de caracteres similares ocurre desde dos caracteres preexistentes distintos.
 - **Reversión:** cuando dentro de una serie de transformaciones de un carácter se retorna a un estado parecido a uno de los precedentes. Esto puede dar lugar a falsas interpretaciones ya que se puede tomar como carácter primitivo lo que en realidad es avanzado.

CLADISMO: METODOLOGÍA

- **Grupo monofilético** es un grupo de taxones descendientes de un solo taxón e incluye todos los descendientes de este. Un grupo monofilético debe contener por definición, al menos, dos taxones. Por lo tanto el monofilum está formado por un grupo de taxones filogenéticamente "cerrado", es decir, que mantienen entre sí la relación de parentesco más cercana posible, sin que ningún taxón externo tenga una relación igual o más cercana.
- **Grupo parafilético** Es un grupo que incluye un ancestro común y algunos de sus descendientes, pero no todos. Es un grupo basado en simplesiomorfías. Existe exclusivamente a un nivel metodológico. Se trata de un grupo artificial, esto es, que no existe en la naturaleza.
- **Grupo polifilético** Este es otro grupo artificial. Es un grupo en el que el ancestro más reciente no es miembro de este grupo.

Homología de los caracteres derivados (Sinapomorfía)



Analogía de los caracteres

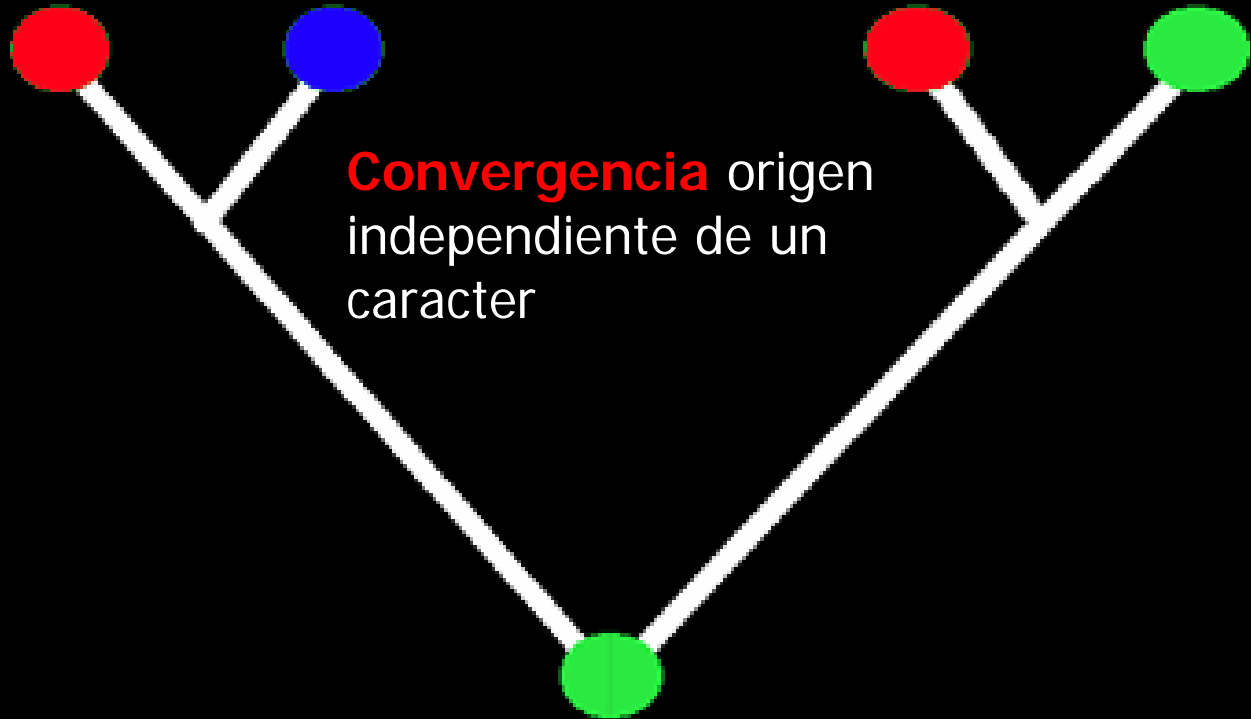
Taxón

1

2

3

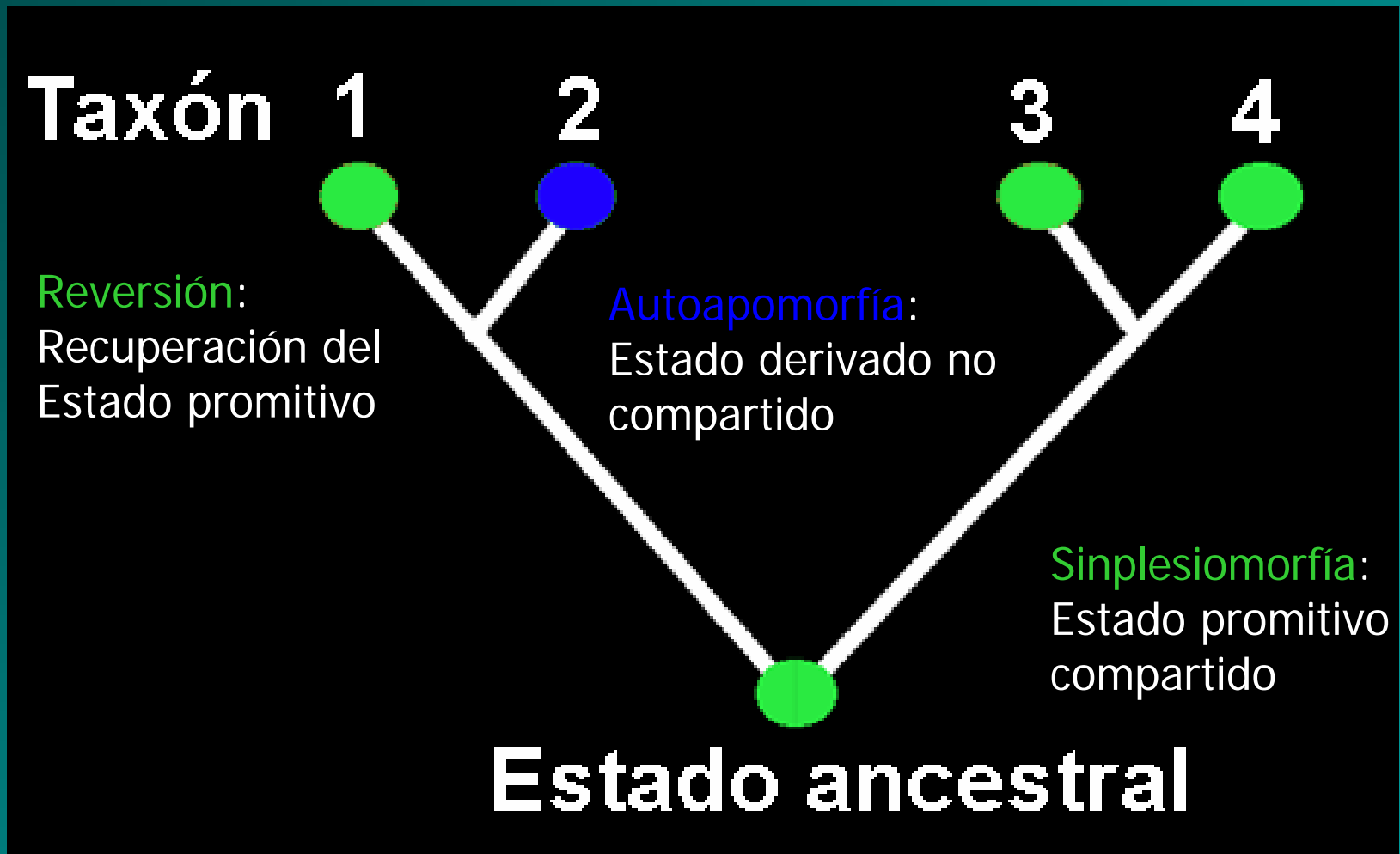
4



Convergencia origen independiente de un caracter

Estado ancestral

Homología de los caracteres ancestral (Sinplesiomorfía)



CLADISMO: METODOLOGÍA

1. Delimitar el grupo a estudiar, GRUPO INTERNO (*ingroup*).
2. Seleccionar los caracteres.
3. Escoger un grupo hermano, GRUPO EXTERNO (*outgroup*).
4. Determinar la **polaridad** de los caracteres.

CLADISMO: METODOLOGÍA

5. Codificar los estados de los caracteres como: **plesiomórficos** o **apomórficos**, comparando con el grupo externo.
6. Agrupar los taxones con base en las sinapomorfías.
7. Resolver los conflictos: **Máxima parsimonia** o **Máxima verosimilitud**.
8. Construir un cladograma.
9. Estimar la bondad de la reconstrucción (Bootstrap, Jackknife, Decay).

CLADISMO: METODOLOGÍA

1. Elección del grupo a estudiar.

- Se parte de hipótesis clasificatorias previas. Generalmente procedentes de modelos evolutivos y fenéticos.
- En principio el grupo ha de ser monofilético. Debe por tanto incluir todos los descendientes de un ancestro.

CLADISMO: METODOLOGÍA

2. Selección de los caracteres

Un carácter es una parte observable de un organismo; es una parte o atributo de un organismo que puede ser descrito, medido, pesado, contado, etc.

Se debe describir el estado de los caracteres para cada taxón (cada uno debe tener una combinación única y singular).

Los caracteres han de cumplir dos características:

- **Homólogos** entre todos los organismos en estudio.
- **Independientes** entre sí.

CLADISMO: METODOLOGÍA

2. Selección de los caracteres.

HOMOLOGÍA

1. En el sentido amplio quiere decir descendiente de la misma estructura ancestral (p. ej. el prostomio y el pigidio de un anélido).
2. En sentido estrictamente cladístico quiere decir descendiente de la misma estructura derivada (p.e. los podios unirrámeos y birrámeos de los poliquetos).
3. En el lenguaje de la biología molecular, significa similar sin ningún tipo de implicación evolutiva (p.e. la misma posición en la secuencia nucleotídica).

CLADISMO: METODOLOGÍA

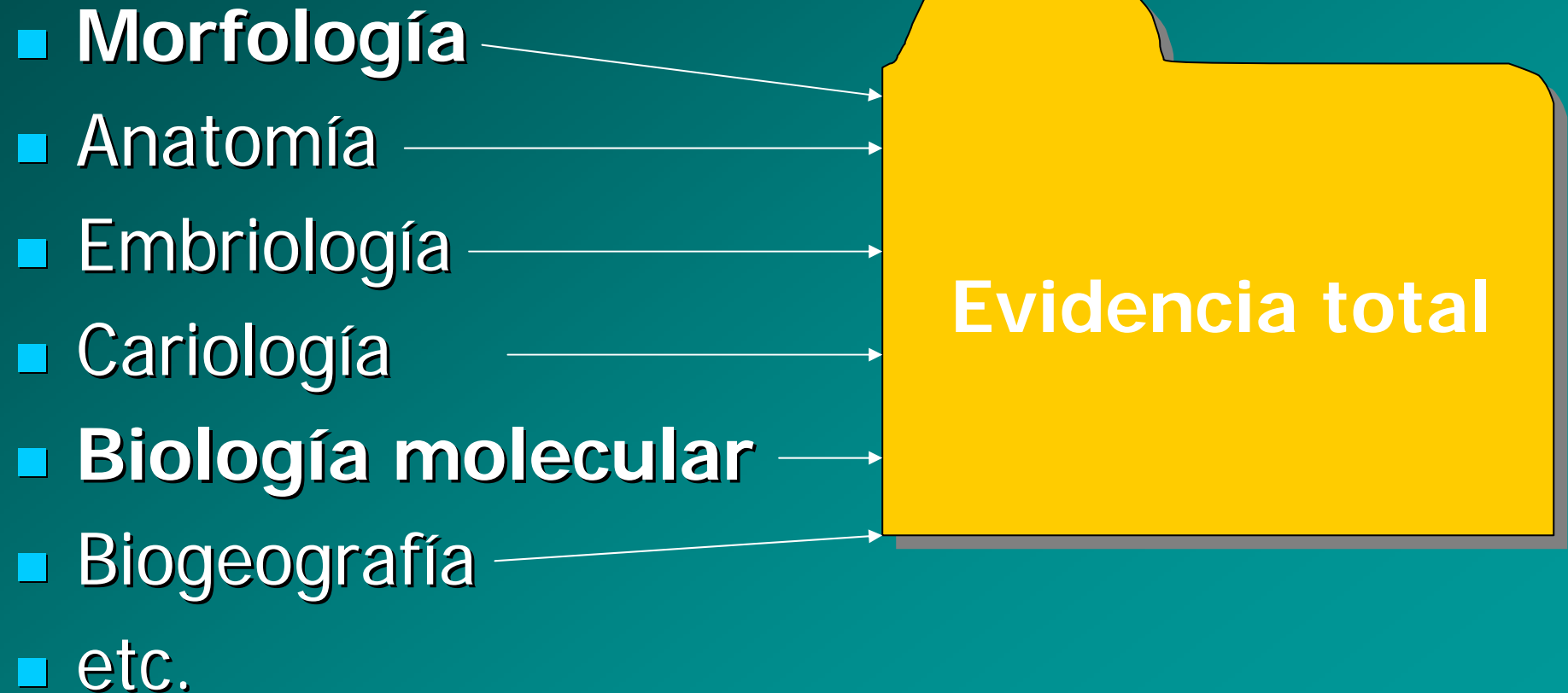
2. Selección de los caracteres. HOMOLOGÍA

- Dos caracteres son homólogos si uno es derivado directamente del otro. Así un par de homólogos son llamados: **serie de transformaciones evolutivas**. El carácter preexistente original es el miembro **plesiomórfico** del par, mientras que el carácter derivado es el miembro **apomórfico**.
- Tres o más caracteres son homólogos si cada uno forma parte de una serie de transformaciones evolutivas en la cual un carácter sigue a otro en una secuencia lineal.
- Un carácter encontrado en dos o más taxones es homólogo en todos estos taxones si el ancestro común más cercano a estos tiene el carácter.
 - Si este carácter se encuentra en el ancestro común del taxón pero se cree que fue originado en un ancestro más temprano hablamos de **simplesiomorfía**.
 - Si el carácter se encuentra en el ancestro y se cree que se originó en este y no en uno más temprano hablamos de **sinapomorfía**.

CLADISMO: METODOLOGÍA

2. Selección de los caracteres:

Naturaleza de los Caracteres (Fuentes de evidencia taxonómica)



CLADISMO: METODOLOGÍA

2. Selección de los caracteres: Tipo de caracteres

- **Cualitativos (ordenados o sin orden):**
colores, formas, etc.
 - **Multiestadío:** nucleótidos del ADN: A, C, G, T.
 - **Binarios:** presencia/ausencia; primitivo/derivado.
- **Cuantitativos:**
 - **Enteros:** mediciones biométricas.
 - **Reales:** número de piezas, etc.

CLADISMO: METODOLOGÍA

3. Escoger el grupo cercano (*Outgroup*) y
4. Determinar la polaridad de los caracteres

- Es necesario contar con un grupo cercano que permita establecer la polaridad de los caracteres, ya que los caracteres compartidos por grupos cercanos revelan la plesiomorfía.

CLADISMO: METODOLOGÍA

5. Codificar los caracteres

- Equivale a elaborar la **matriz básica** de caracteres, la cual posteriormente será analizada (en forma 0 "plesiomórfico" y 1 "apomórfico").

6. Agrupar los taxones de acuerdo a las Sinapomorfías.

7. Resolver los conflictos: Máxima parsimonia o Máxima verosimilitud.

8. Construir un cladograma.

- Actualmente equivale a ejecutar un programa de ordenador: PAUP, HENNING, etc.

CLADISMO: METODOLOGÍA

5. Codificar los caracteres

Matriz de caracteres

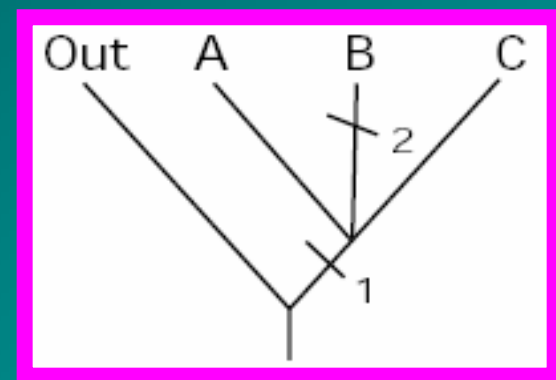
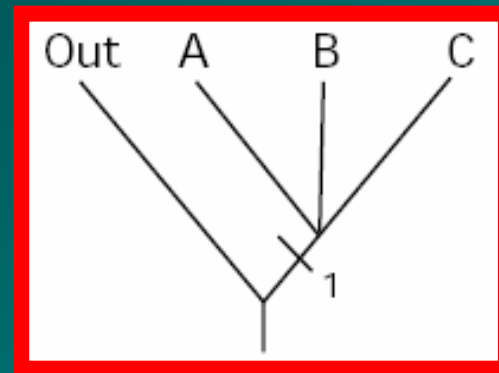
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Outgroup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alpha	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Beta	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Gamma	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Delta	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
Epsilon	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
Zeta	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Theta	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1

Apomorfía (red arrow pointing to column 1)

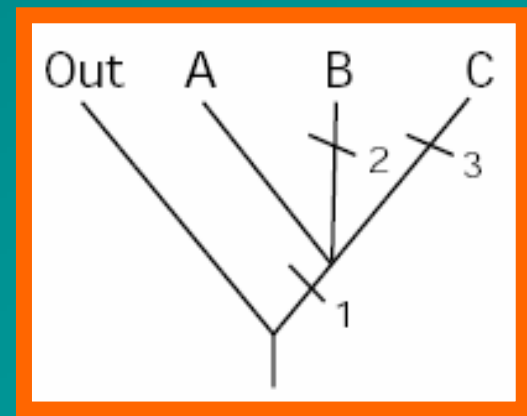
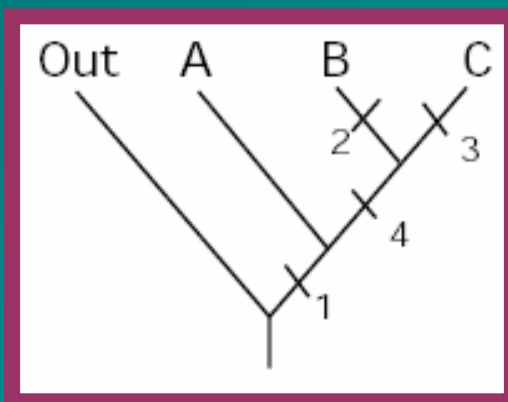
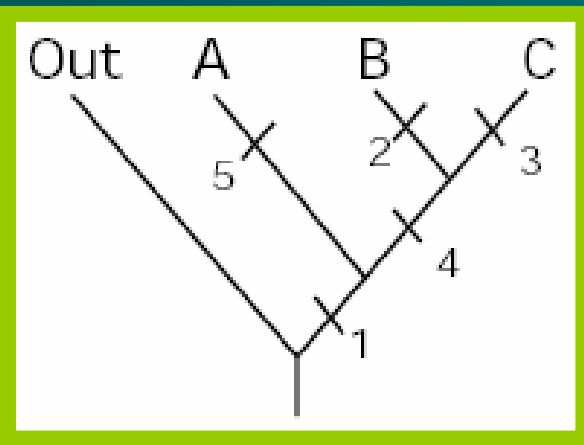
Plesiomorfía (blue arrow pointing to column 1)

Characters

	Characters				
	1	2	3	4	5
Outgroup	0	0	0	0	0
A	1	0	0	0	1
B	1	1	0	1	0
C	1	0	1	1	0



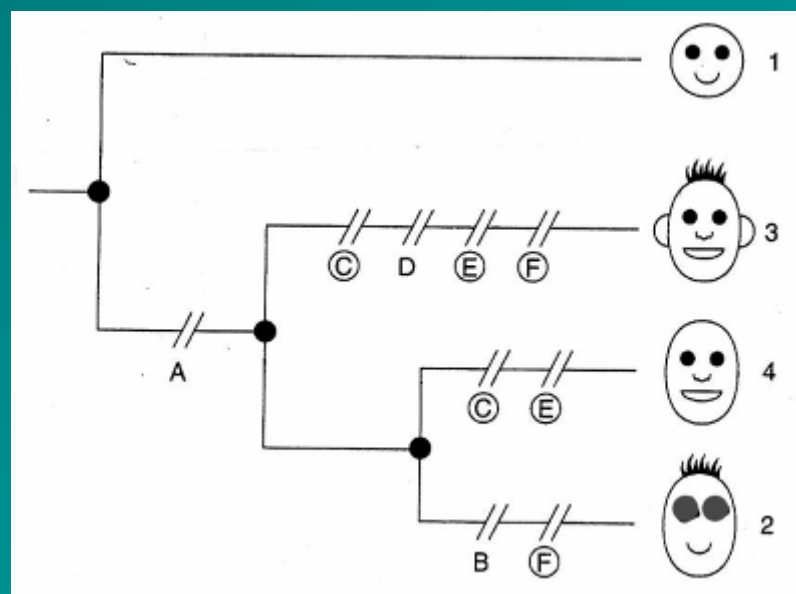
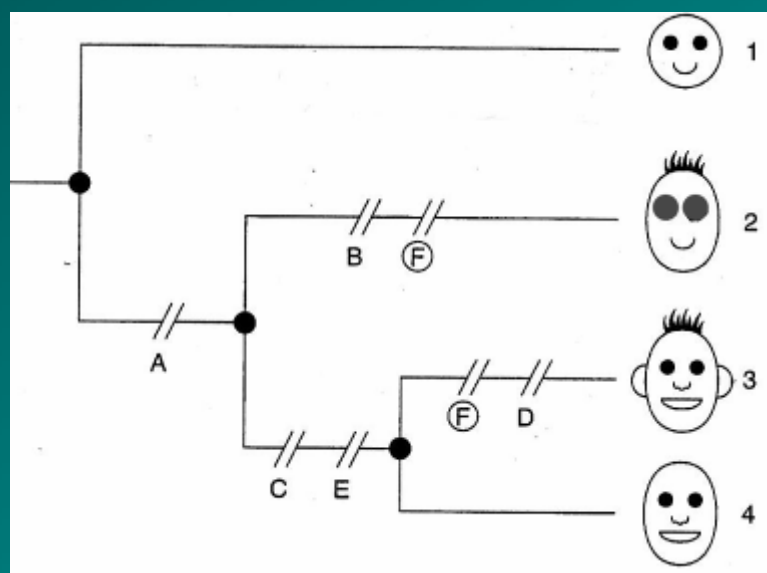
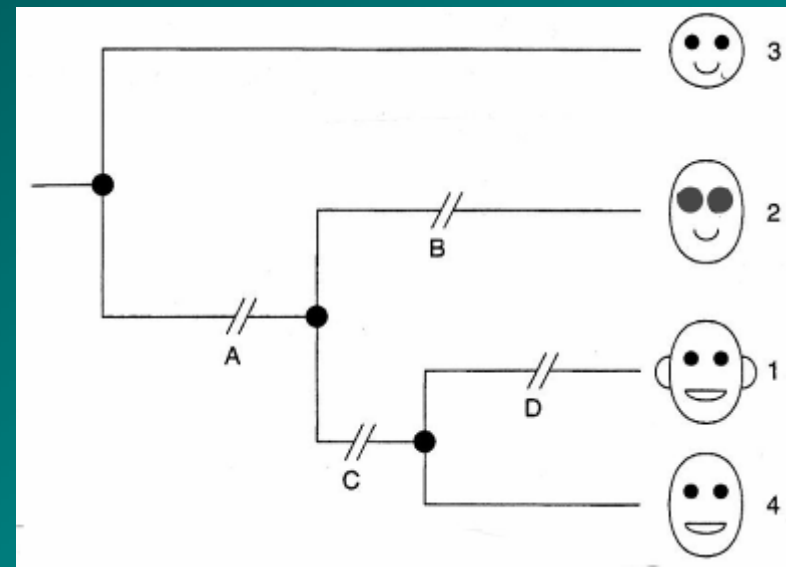
Construcción de un CLADOGRAMA



Cladística: un método para deducir modelos de relaciones evolutivas

- Suceso A: alargamiento de la cabeza
- Suceso B: evolución de ojos grandes
- Suceso C: evolución de boca ancha
- Suceso D: aparición de pabellones auditivos
- Suceso E: aparición de pabellón nasal
- Suceso F: aparición de pelo

Ejercicio. Construir la matriz para obtener estos cladogramas:



CLADISMO: METODOLOGÍA

5. Codificar los caracteres.

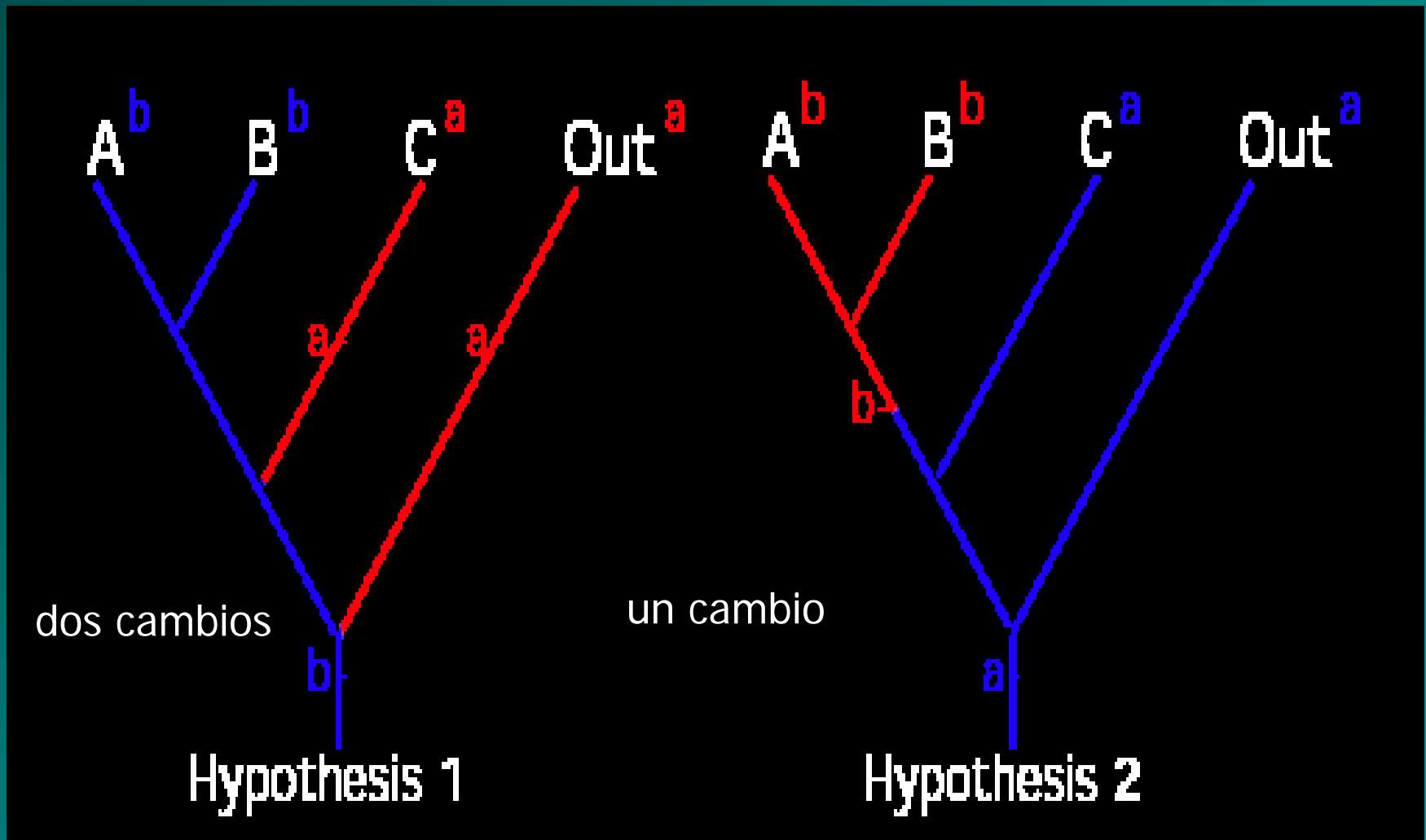
PARSIMONIA

- El cladismo se basa en el principio de la **parsimonia**, el cual establece que ante dos hipótesis evolutivas es más probable de ser cierta aquella que implique **menos cambios evolutivos**, ya que la **naturaleza tiende siempre a la simplicidad**

CLADISMO: METODOLOGÍA

8 . Construcción del Cladograma.

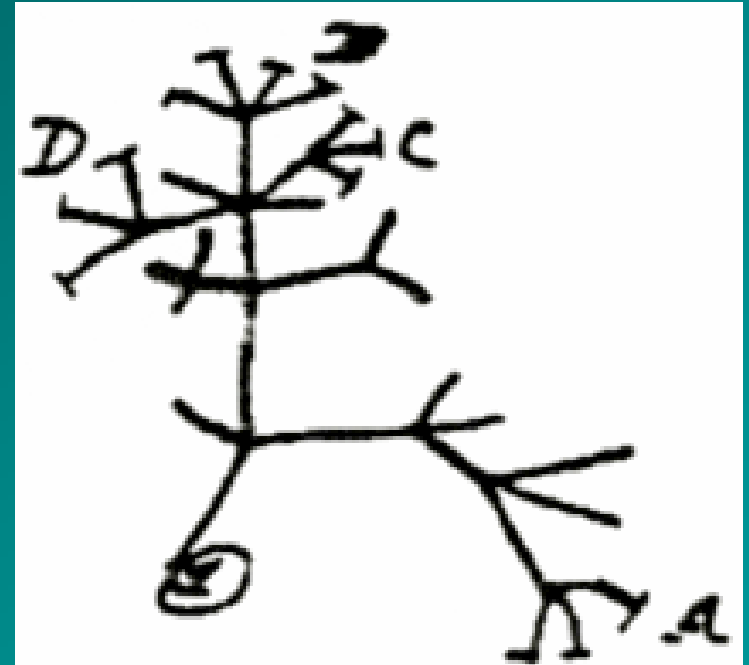
La hipótesis más parsimoniosa



CLADISMO: METODOLOGÍA

8. Construcción del Cladograma

Un cladograma es un árbol filogenético. En él se representa una **hipotética reconstrucción** de la historia evolutiva de un linaje



Charles Darwin
Anotaciones: 1836-1844

CLADISMO: METODOLOGÍA

8. Construcción del Cladograma.

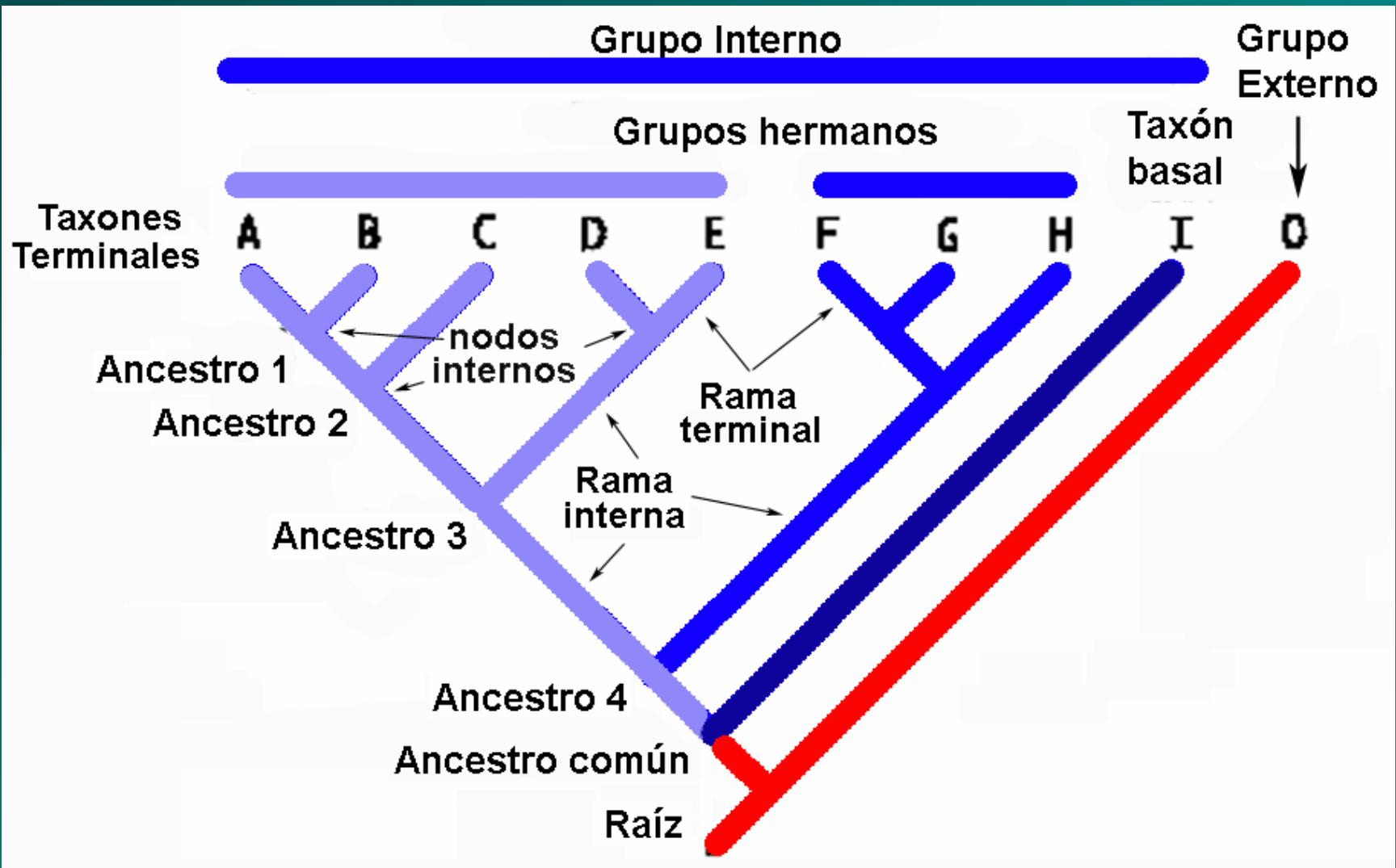
Características del cladograma

1. Todos los taxones son terminales, nunca aparecen en los nodos.
2. Todos los nodos deben poseer una lista de las sinapomorfías comunes a los taxones situados arriba del nodo, excepto los que se modifican más arriba.
3. Todas las sinapomorfías aparecen en el cladograma una sola vez, excepto cuando un carácter aparece separadamente por evolución paralela.

CLADISMO: METODOLOGÍA

8. Construcción del Cladograma.

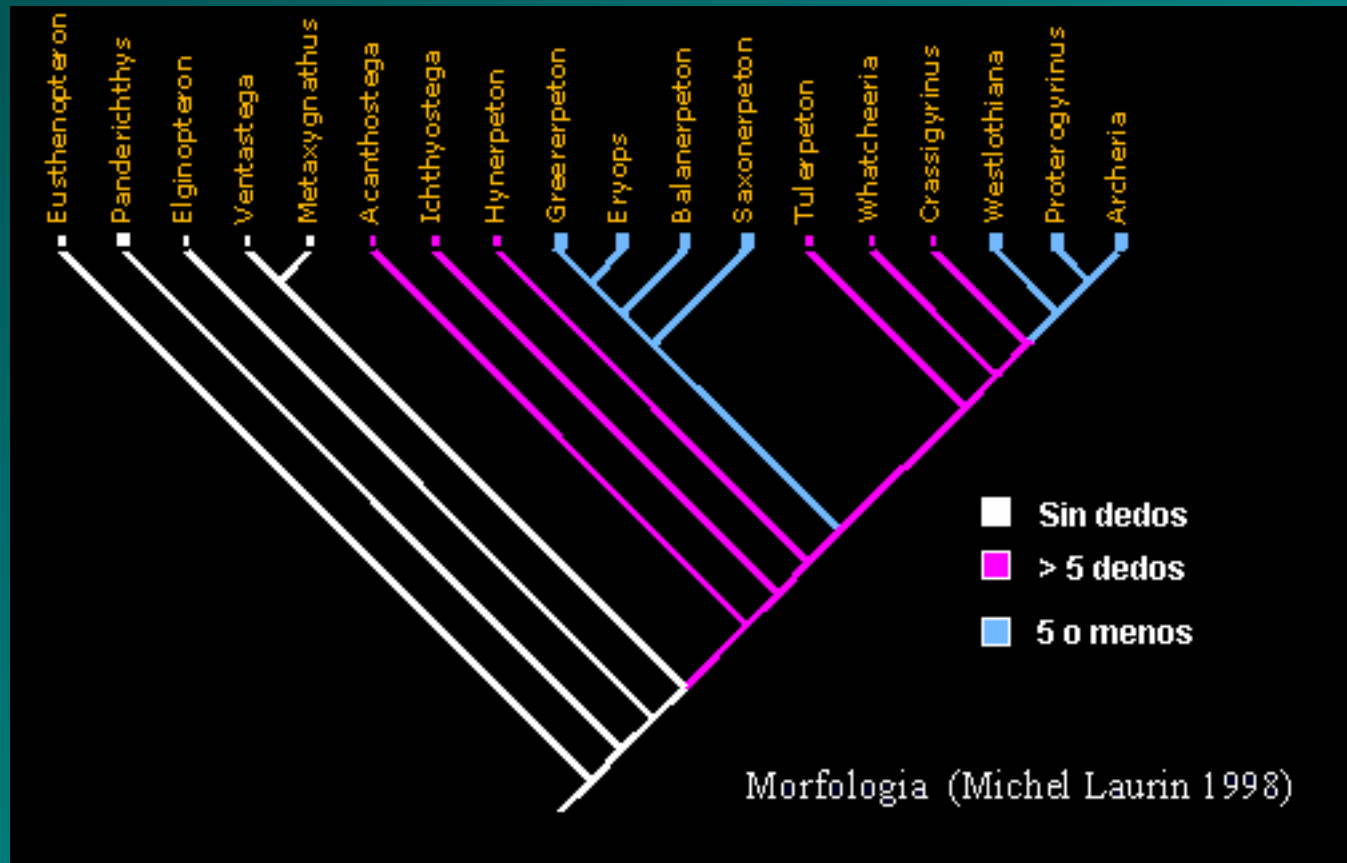
Características del cladograma



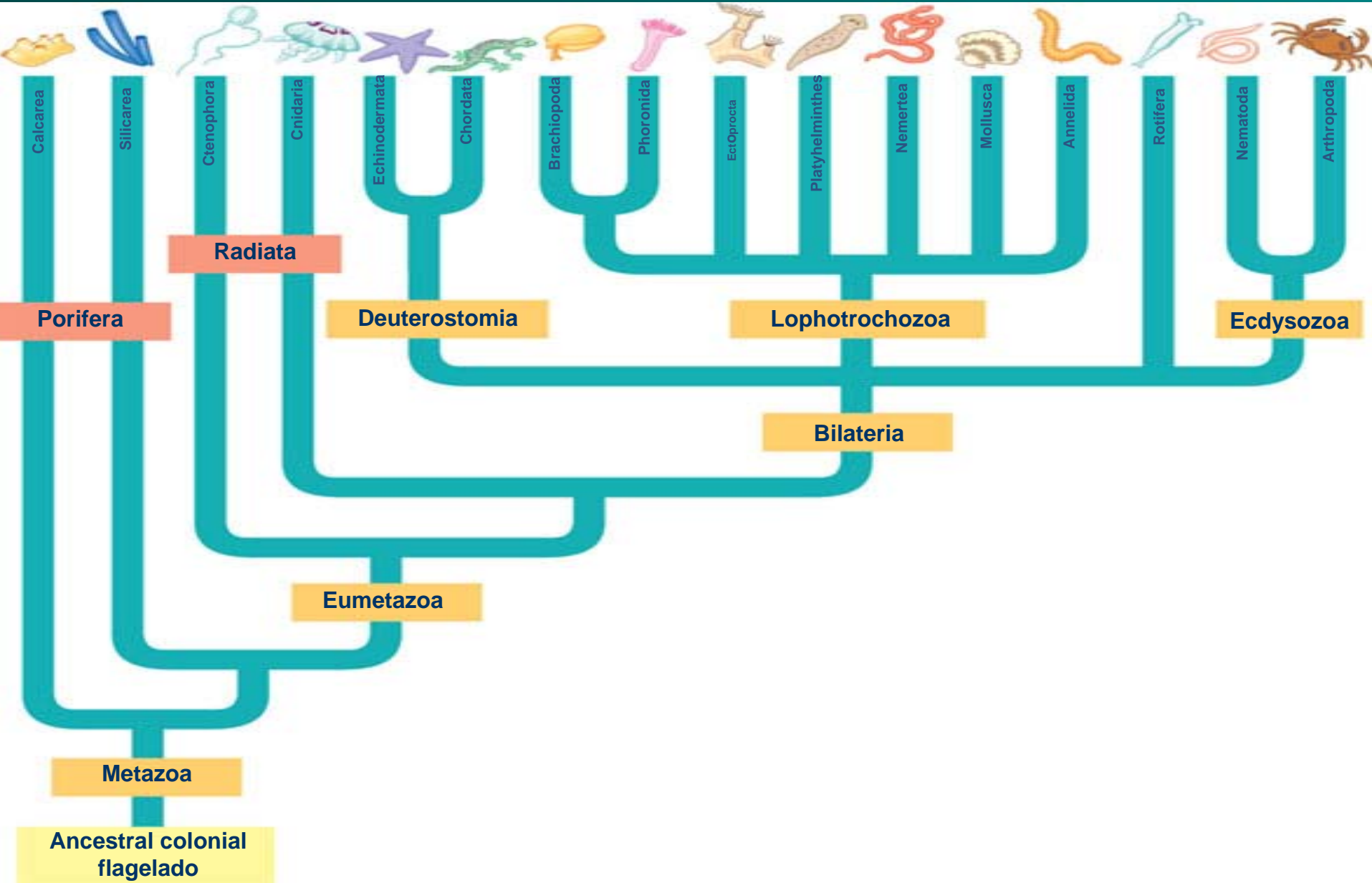
CLADISMO: METODOLOGÍA

8 . Construcción del Cladograma.

Evolución probable de los caracteres



UNA HIPÓTESIS DE FILOGENIA ANIMAL PRINCIPALMENTE BASADA EN DATOS MOLECULARES



Una propuesta de FILOGENIA DEL REINO ANIMALIA (Metazoa)

