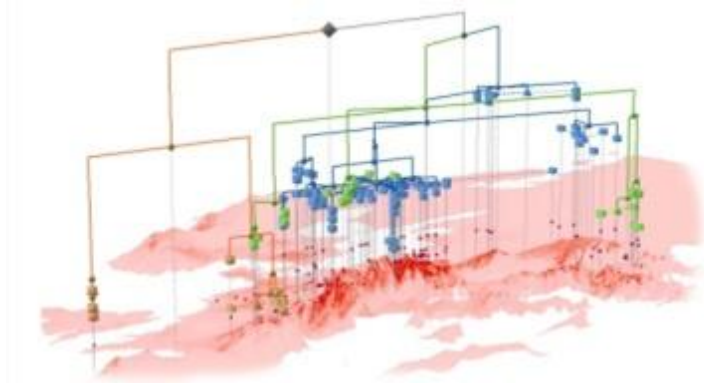


Bem-vindos a:

Princípios de Sistemática & Biogeografia



Elen Arroyo Peres
Fernando Portella de Luna Marques
Renato Mello Silva
Instituto de Biociências – USP



Conceitos fundamentais:

Observação vs. Inferência

Método científico

Essencialismo Biológico

Linhagens históricas

Relações tocoгенéticas e filogenéticas

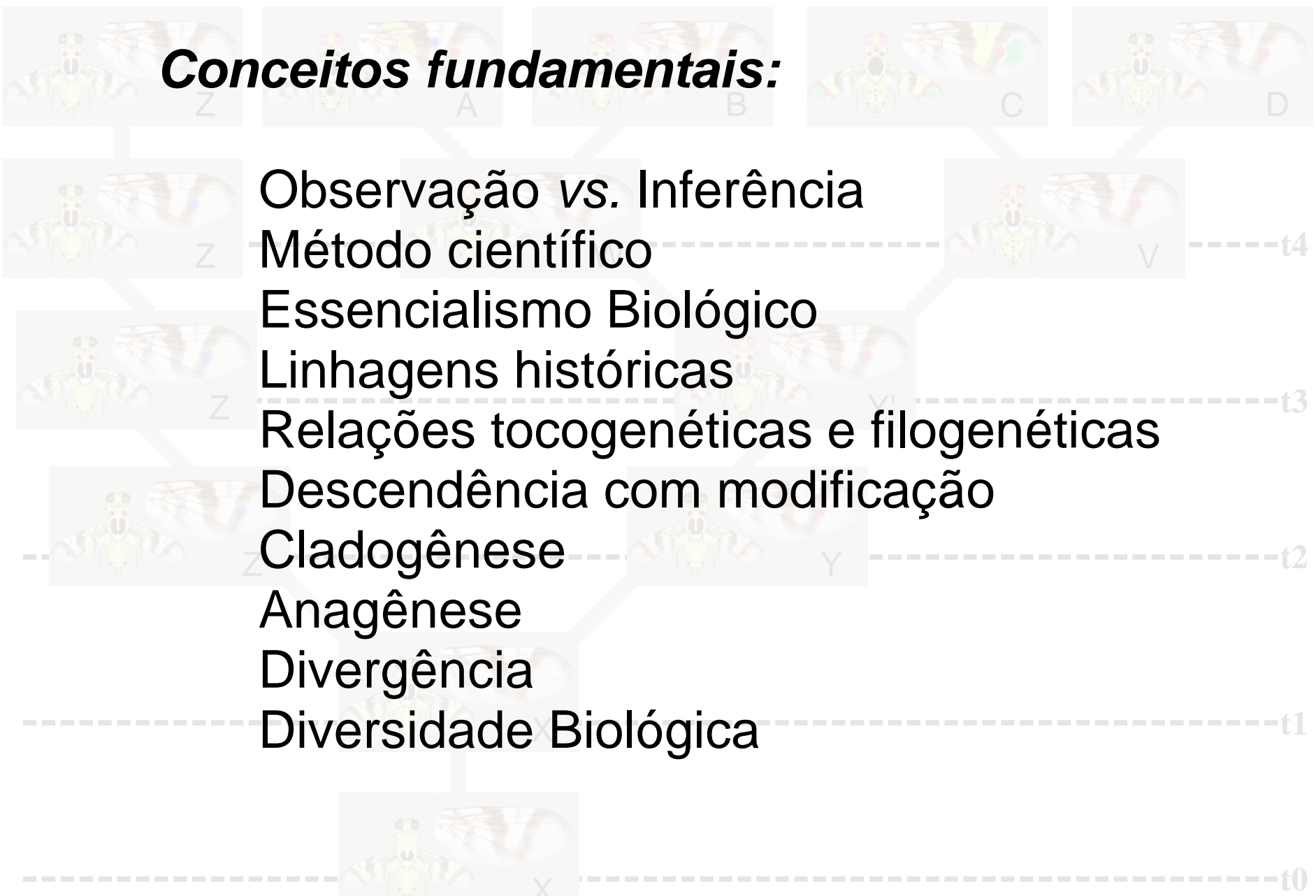
Descendência com modificação

Cladogênese

Anagênese

Divergência

Diversidade Biológica



Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Carolus Linnaeus
1707-1778



Buffon
1707-1788



Lamarck
1744 -1829



St-Hilair
1772 -1844



Cuvier
1769 -1832



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Ernest Mayr
1904 - 2005



G.G. Simpson
1902 - 1984



Theodosius Dobzhansky
1900 -1975



Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

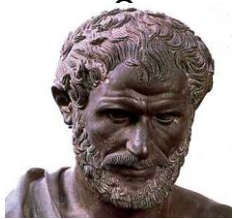
1960's

Tipologismo

Fixismo

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Tipologismo

organismo → fenômeno estrutural, com componentes capazes de defini-lo
estudos comparativos → reconstrução dos elementos típicos

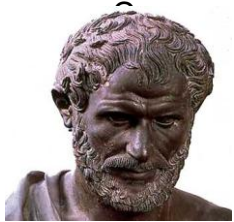


Johann W. von Goethe
1749–1832

“All idealistic morphologists subscribed to the same initial idea that the organism is a structural phenomenon and that the purpose of comparative morphological studies must be an exact mental reconstruction of the fundamentals, the typical elements, of this structure.”

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Tipologismo

organismo → fenômeno estrutural, com componentes capazes de defini-lo
estudos comparativos → reconstrução dos elementos típicos

Gestalt → conformação crucial oculta da natureza

Bauplan → plano ideal expresso pelos elementos básicos



Johann W. von Goethe
1749–1832

“Describing plants, Goethe attempted to reconstruct the crucial conformation (*Gestalt*) of nature as a whole hidden behind the observable things. This was the ultimate objective of his idealistic morphology [...]. The type was for Goethe an ideal body plan (*Bauplan*) of an organism partly expressed in the basic elements of real organismic organisation [...].”

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Tipologismo

organismo → fenômeno estrutural, com componentes capazes de defini-lo
estudos comparativos → reconstrução dos elementos típicos

“[T]ypological theories, as a kind of essentialism, propagated the idea of the type as an invariable entity, which is “sharply demarcated against all other such essences” (Mayr, 2001)



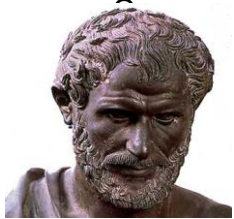
Johann W. von Goethe
1749–1832

Tipologismo (método):

- Ferramenta para reconhecimento/classificação
- Não requer que as entidades sejam discretas
- Tipos = abstrações matemáticas operacionais

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Tipologismo

organismo → fenômeno estrutural, com componentes capazes de defini-lo
estudos comparativos → reconstrução dos elementos típicos



Johann W. von Goethe
1749–1832

- Instrumento para fazer sistemática e não para discutir fenômenos evolutivos
- Não rejeitava nem aceitava teorias causais de descendências, pois o programa de pesquisa operava em outra dimensão teórica

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

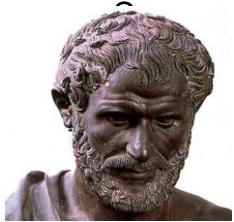
1936 - 1947

1960's

Fixismo

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Fixismo



Carolus Linnaeus

1707-1778

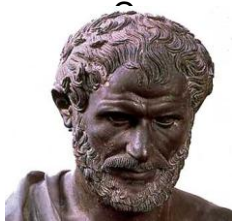
Fixismo: amplamente aceita entre naturalistas e teólogos durante séc. XVIII

Linnaeus: referências ao fixismo e criacionismo

A teologia cristã derivou o fixismo das espécies da narrativa da criação do Gênesis. Fixismo foi sustentado pelas doutrinas do idealismo Platônico e o essencialismo Aristotélico.

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Fixismo



Carolus Linnaeus
1707-1778

Início do séc. XVII:
crenças tradicionais
abaladas por uma
série de
questionamentos
sobre a constância
e estabilidade do
mundo

Transmutacionistas



Buffon
1707-1788



Lamarck
1744 -1829



St-Hilaire
1772 -1844



Cuvier
1769 -1832

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Período essencialista

384 a.C.

Darwin – 1809-1882



Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

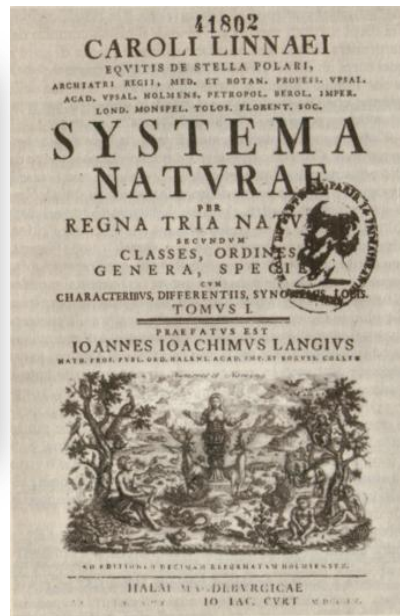
1960's

Fixismo



Carolus Linnaeus

1707-1778



Importância para a **biologia evolutiva**:
criou o cenário sobre o qual se
construiria o *Systema Naturae*.

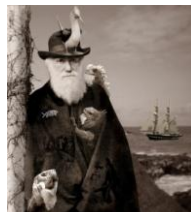
**Imagine construir uma sistema de
taxonomia coerente no qual trigo
poderia dar origem à centeio, vermes à
insetos, barro à sapos e cracas a gansos?**

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

Fixismo

Essencialismo: doutrina sobre as entidade naturais

A triangle cannot change into a square because their essences are distinct.

VS.

Fixismo: doutrina sobre relações causais

The causal relation of generation between parents and offspring.

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

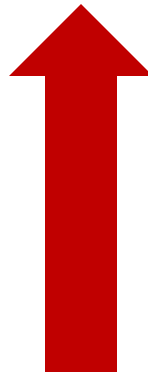
Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

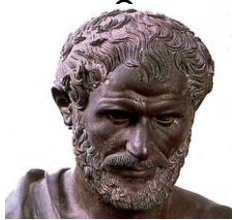
1936 - 1947

1960's



Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

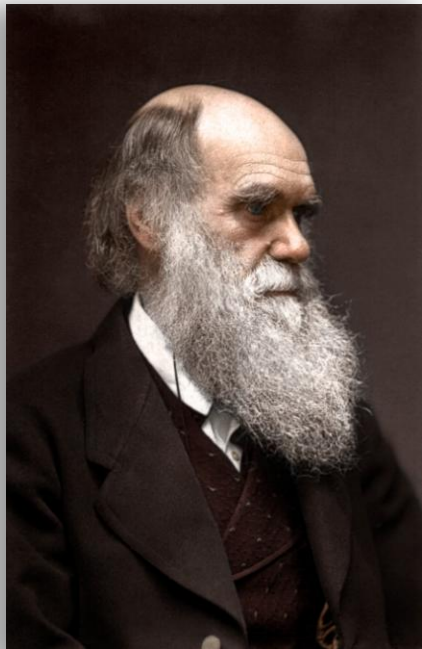
Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's

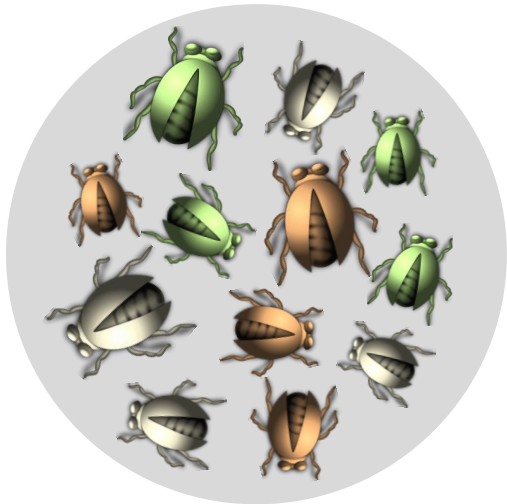


DESCENDÊNCIA COM MODIFICAÇÃO.

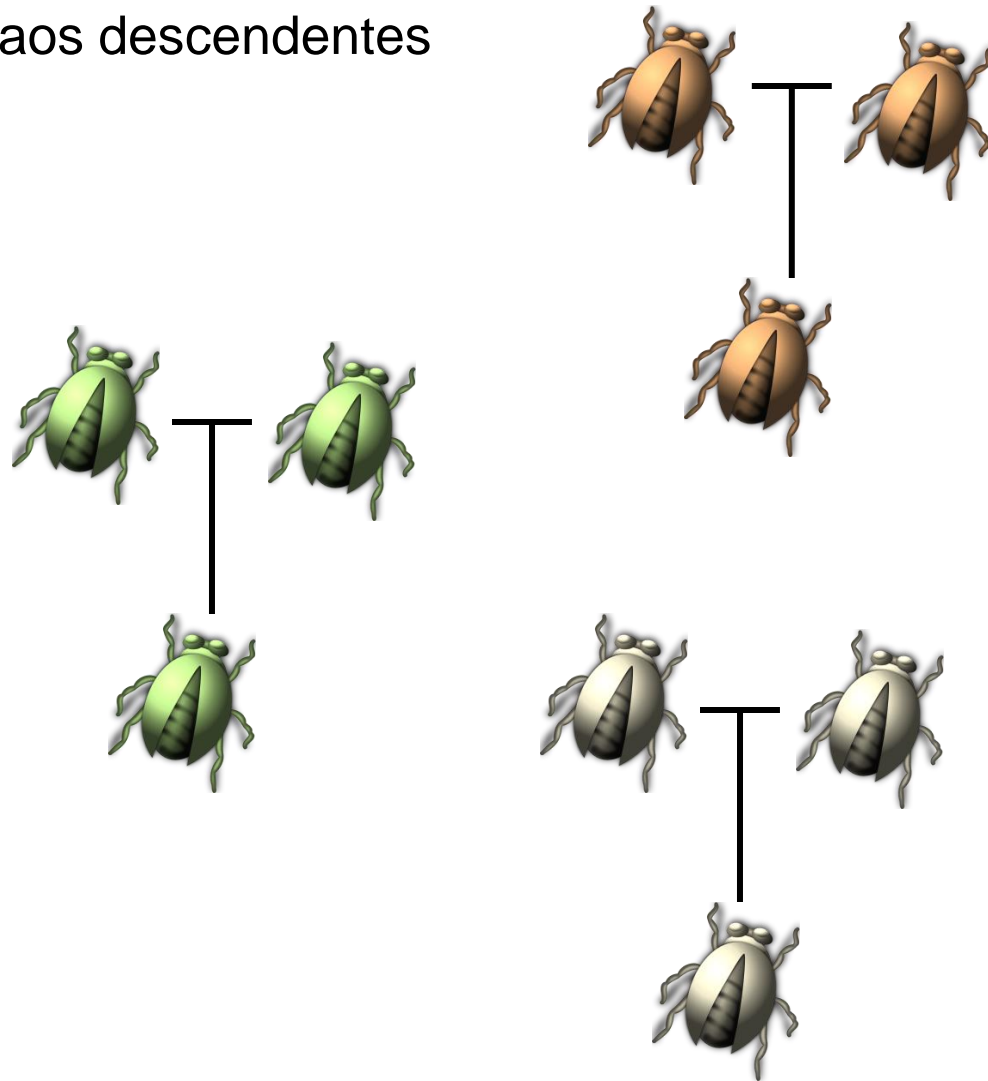
A percepção de um mundo orgânico em constante mudança e a ideia de que todos os organismos compartilham um ancestral comum em algum momento de sua história evolutiva revolucionou o pensamento biológico no século XIX.

O que é Seleção Natural?

- Indivíduos em uma população são variáveis



- Indivíduos em uma população são variáveis
- Variação é transmitida aos descendentes



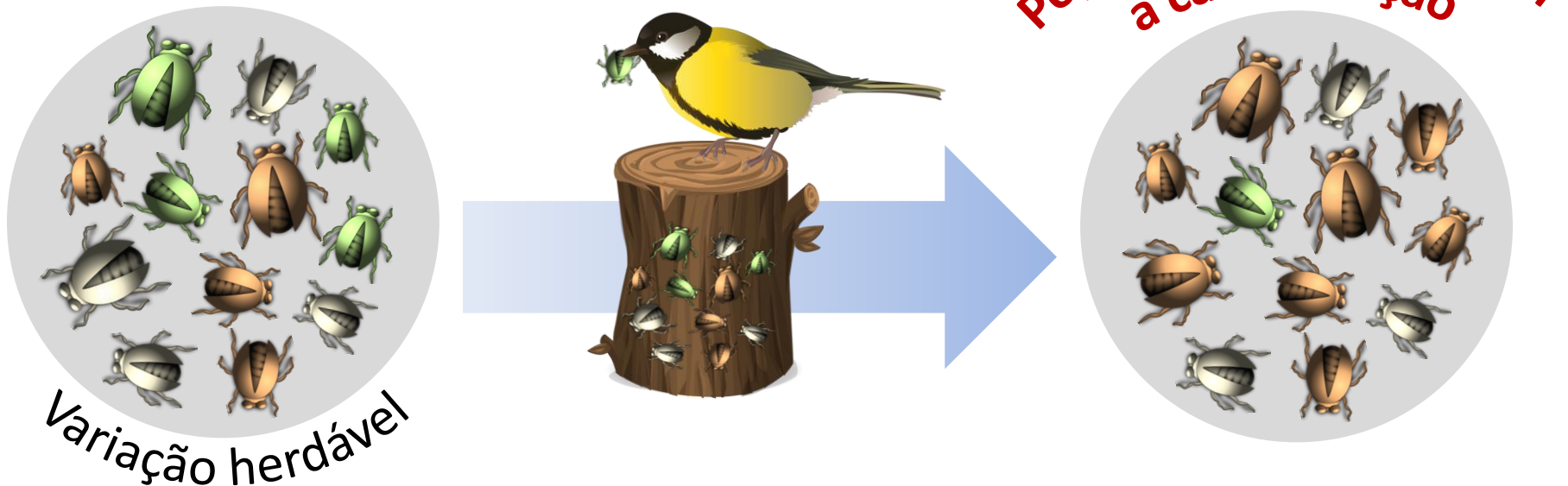
- Indivíduos em uma população são variáveis
- Variação é transmitida aos descendentes
- Em cada geração alguns indivíduos têm mais sucesso em sobreviver e se reproduzir



**Populações se modificam
a cada geração**

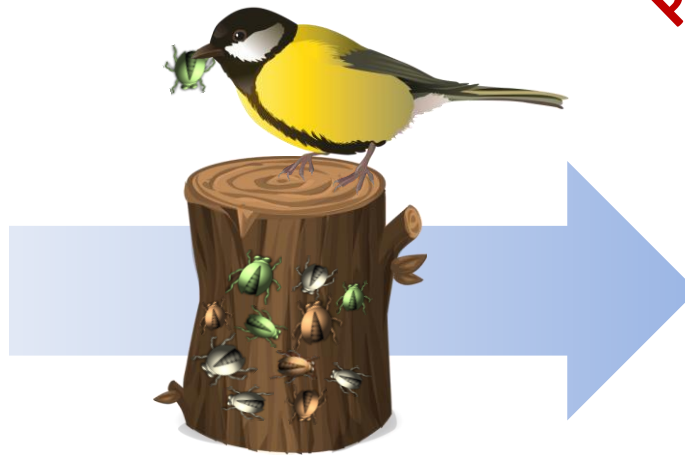
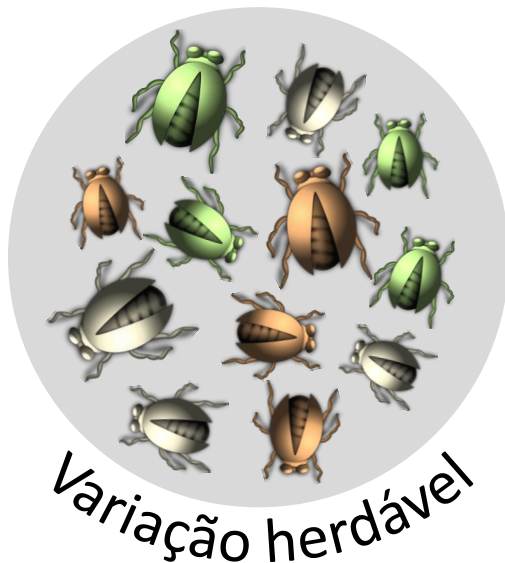


- Indivíduos em uma população são variáveis
- Variação é transmitida aos descendentes
- Em cada geração alguns indivíduos têm mais sucesso em sobreviver e se reproduzir
- A sobrevivência e capacidade de se reproduzir **não é ao acaso**: indivíduos com variações mais vantajosas são naturalmente selecionados



Seleção Natural

VARIABILIDADE
PRESSÃO SELETIVA
HERANÇA



*Populações se modificam
a cada geração*



A revolução que falhou: filosofia da ciência



Teorias de Darwin encontram resistência até a década de 30

Seleção natural → Método de inferência considerado não científico diante do paradigma empiricista (positivismo lógico) da época.

*"Even if the theory of natural selection were as firmly established as Newton's theory of the attraction of gravity, scientific method would still **require frequent examination** of its claims, and scientific honesty should welcome such examination and insist on its thoroughness."*

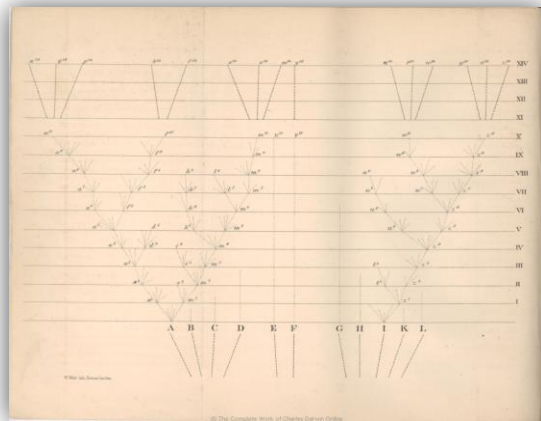
(Bumpus, 1899)

A revolução que falhou: filosofia da ciência



Relações de parentesco (filogenias)

Darwin (1859:420): "**community of descent** is the hidden bound which naturalists have been unconsciously seeking, and not some unknown plan of creation, or enunciation of general propositions, and the mere putting together and separation of objects more or less alike"



Como incorporar ancestralidade aos sistemas de referência?

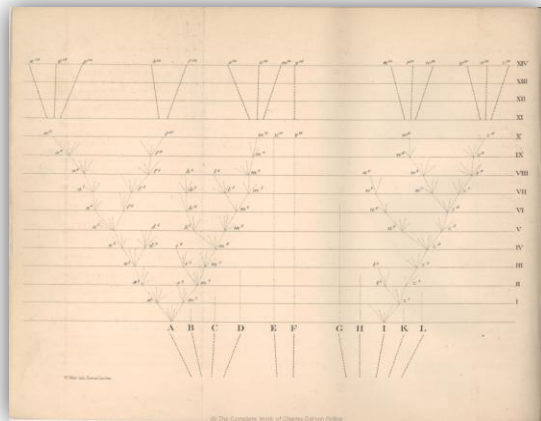
A revolução que falhou: filosofia da ciência



Relações de parentesco (filogenias)

Darwin (1859:420): "**community of descent** is the hidden bound which naturalists have been unconsciously seeking, and not some unknown plan of creation, or enunciation of general propositions, and the mere putting together and separation of objects more or less alike"

“Darwin, by laying a novel and solid foundation for the theory of Evolution, introduced a new element into Taxonomy. Is species, like an individual, is the product of a process of development, its mode of evolution must be taken into account in determining its likeness or unlikeness to other species; and thus "**phylogeny**" becomes **not less important than embryogeny to the taxonomist**. But while the logical value of phylogeny must be fully admitted, it is to be recollected that, in the present state of science, absolutely nothing is positively known respecting the phylogeny of any of the larger groups of animals. Valuable and important as **phylogenetic speculations** are, as guides to, and suggestions of, investigation, they are pure **hypotheses incapable of any objective test**; and there is no little danger of introducing confusion into science by mixing up such hypotheses with Taxonomy, which should be a precise and logical arrangement of **verifiable facts**.” (Huxley, 1874)



A revolução que falhou: filosofia da ciência



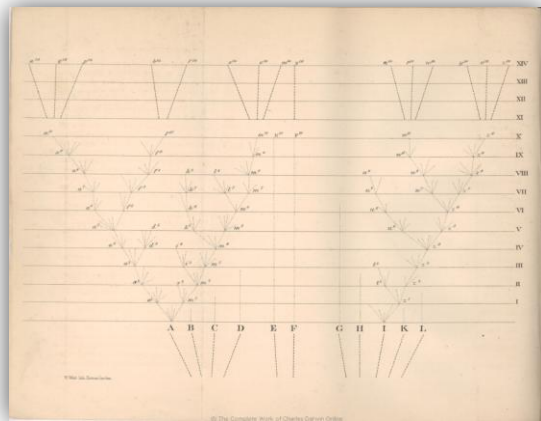
Relações de parentesco (filogenias)

Darwin (1859:420): "**community of descent** is the hidden bound which naturalists have been unconsciously seeking, and not some unknown plan of creation, or enunciation of general propositions, and the mere putting together and separation of objects more or less alike"

"Darwin, by laying a novel and solid foundation for the theory of Evolution, introduced a new element into Taxonomy. Is species, like an individual, is the product of a process of development, its mode of evolution must be taken into account in determining its likeness or unlikeness to other species, and its phylogeny is not less important than embryogeny to the taxonomist. But while the logical value of phylogeny must be fully admitted, it is to be recollected that, in the present state of science, absolutely nothing is positively known respecting the phylogeny of the great majority of animals.

Fatos observáveis

Compartilhamento de caracteres



Valuable and important as phylogenetic speculations are, as guides to, and suggestions of, investigations, they are hypotheses incapable of any objective test; and there is no little danger of introducing confusion into science by mixing up such hypotheses with Taxonomy, which should be a precise and logical arrangement of verifiable facts." (Huxley, 1874)

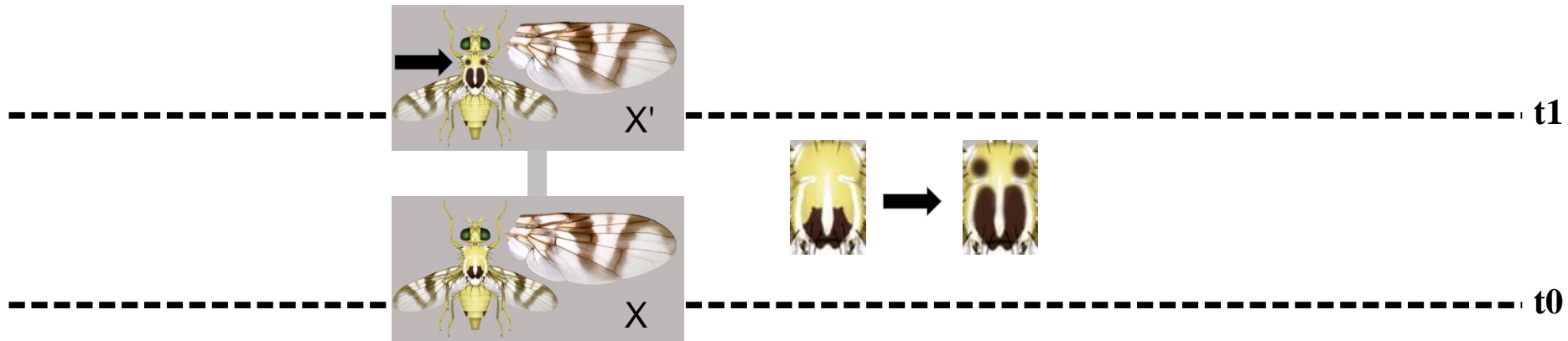
Compartilhamento de semelhanças:



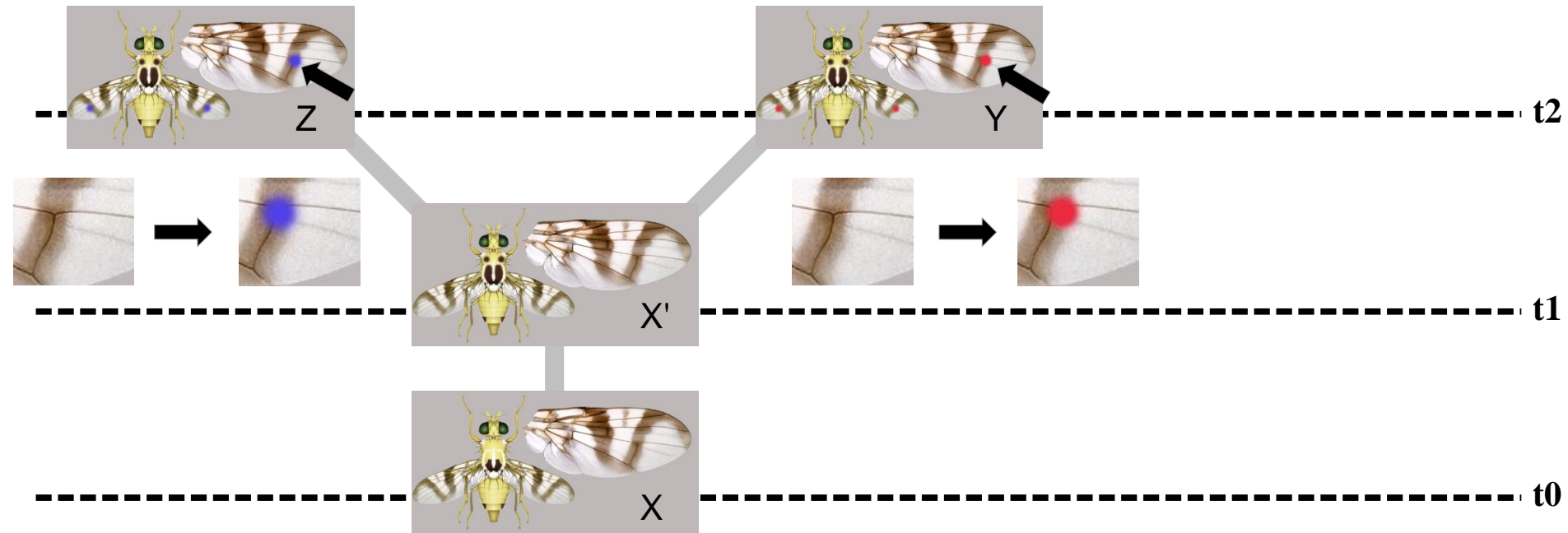
X

Compartilhamento de semelhanças:

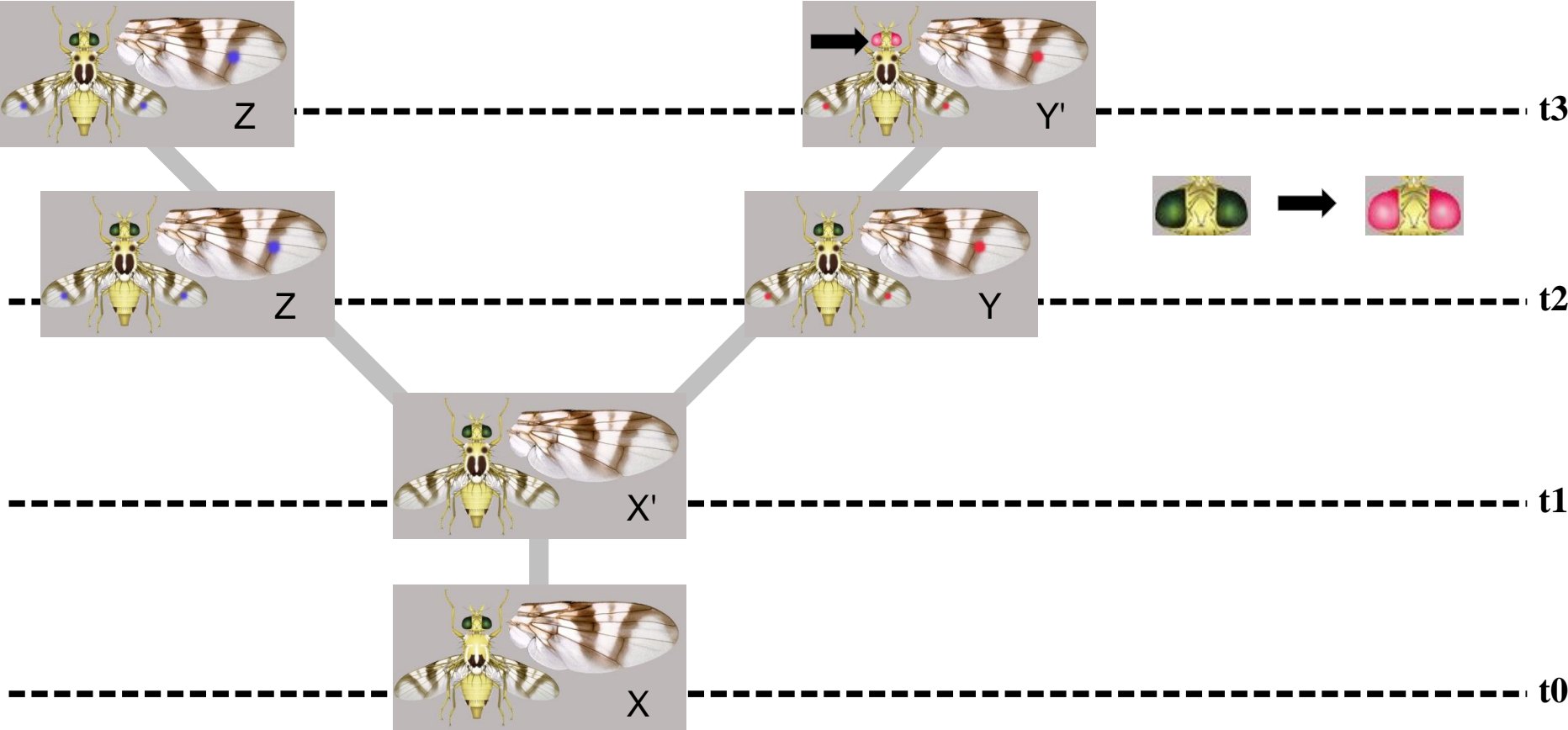
De X a X' representa uma linhagem!



Compartilhamento de semelhanças:



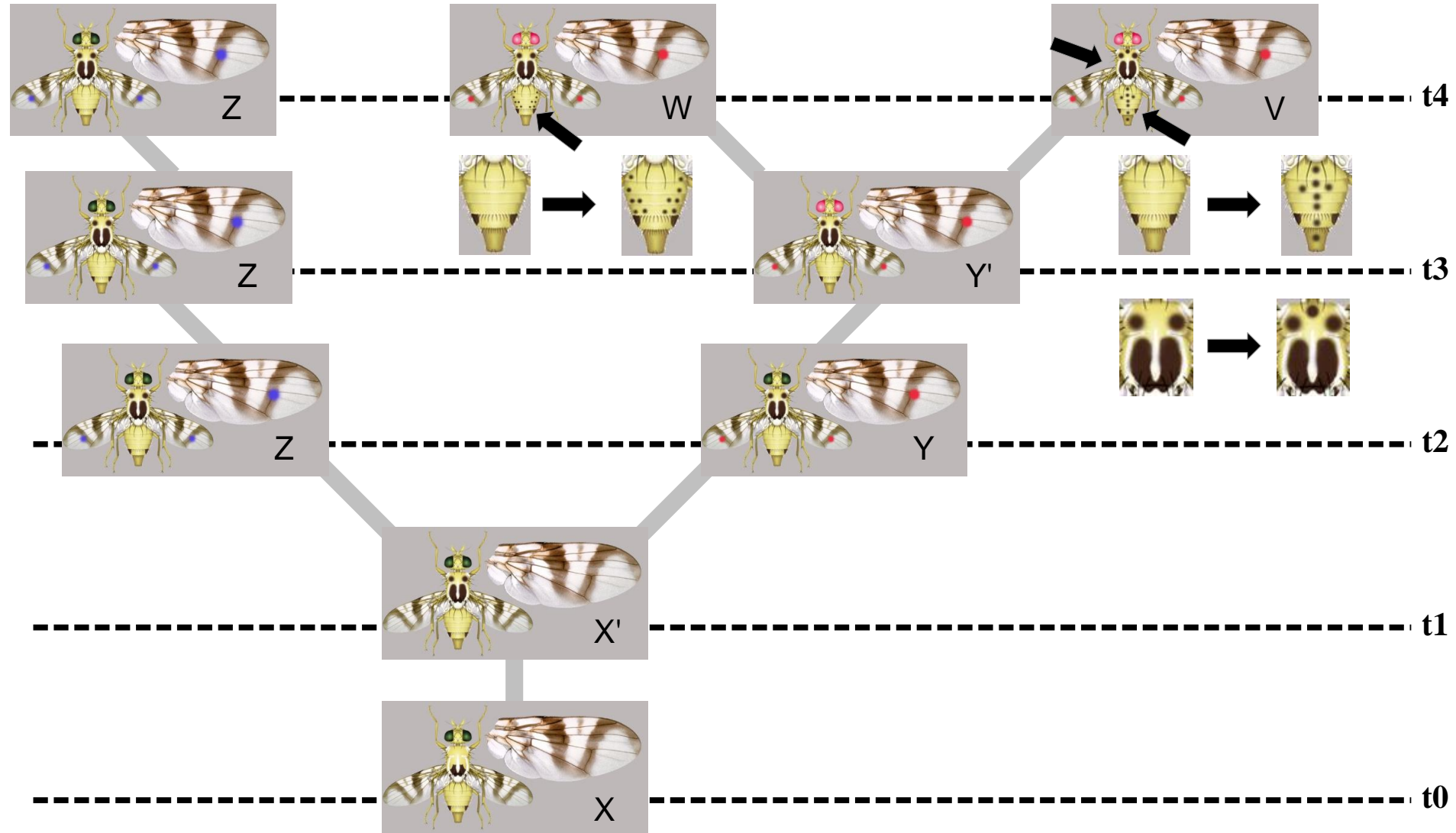
Compartilhamento de semelhanças:



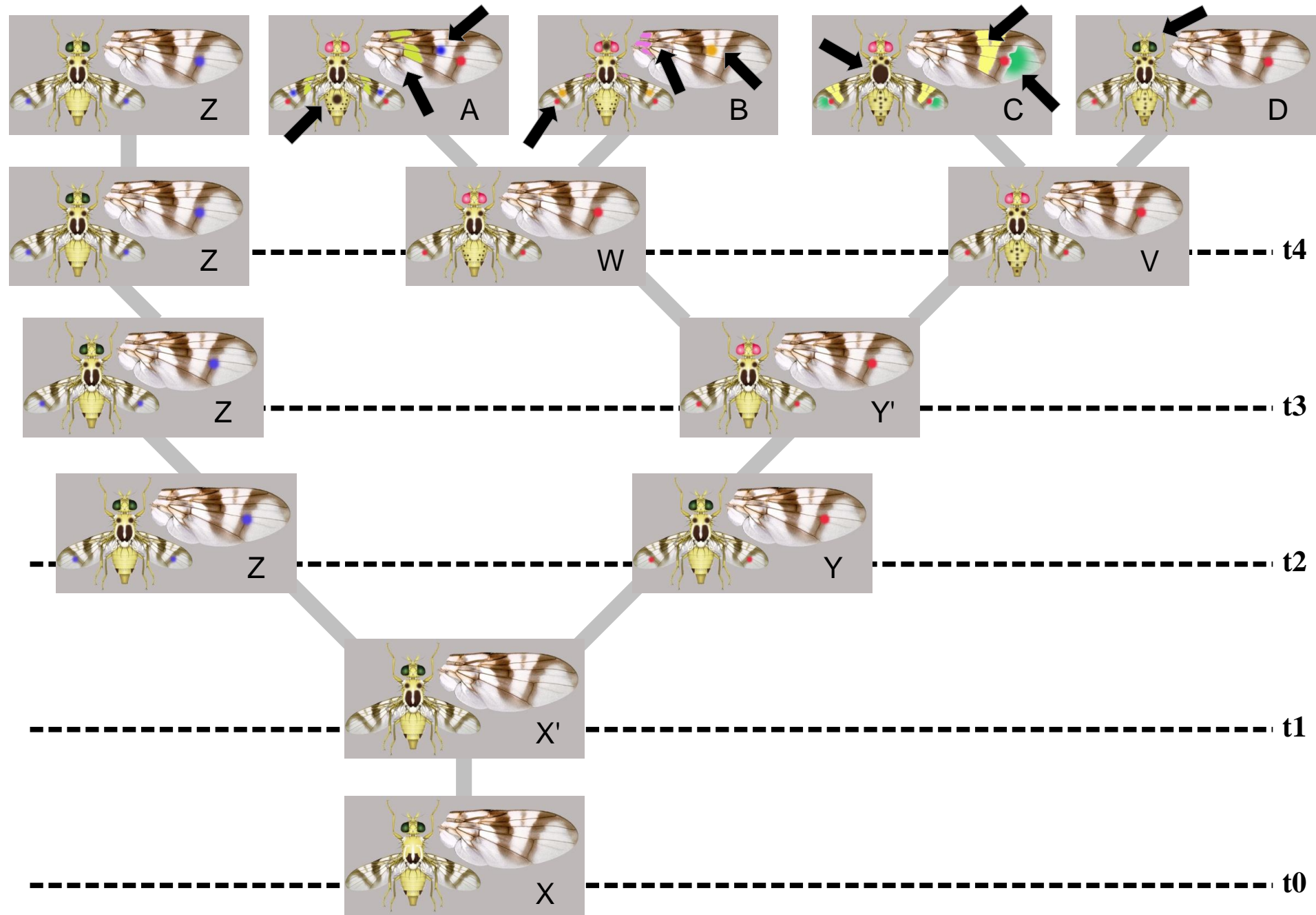
Compartilhamento de semelhanças:



Compartilhamento de semelhanças:



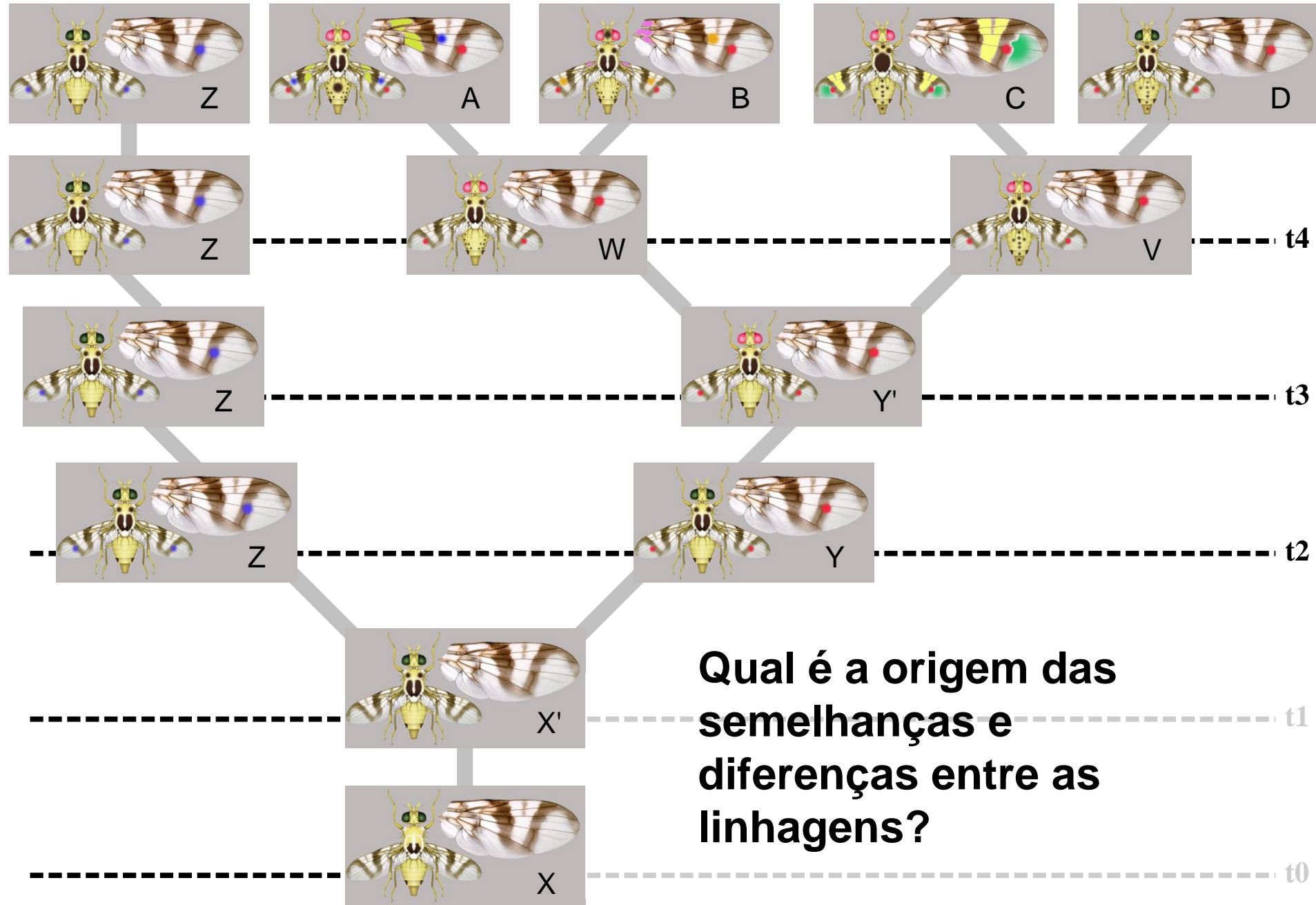
Compartilhamento de semelhanças:



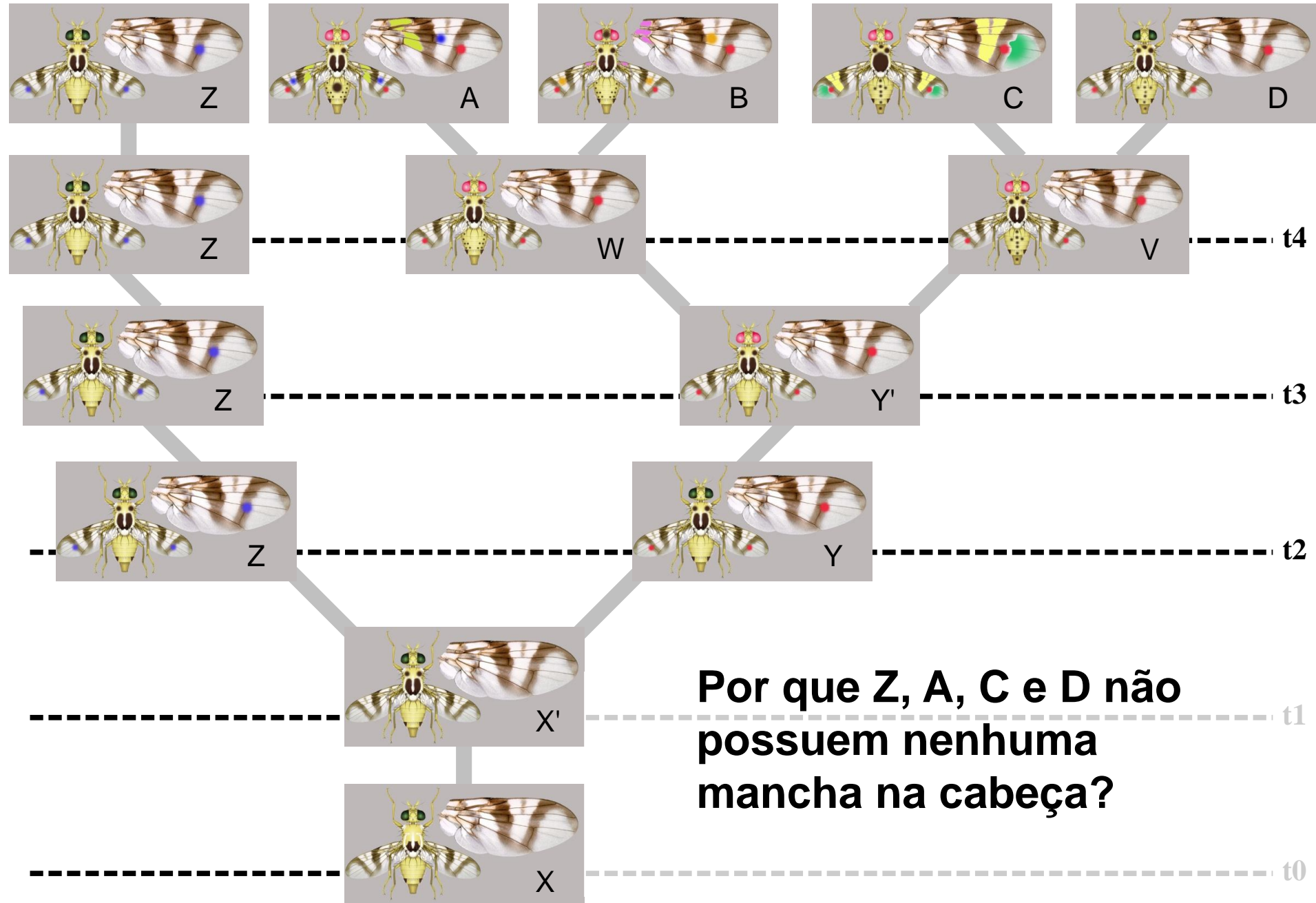
Compartilhamento de semelhanças:



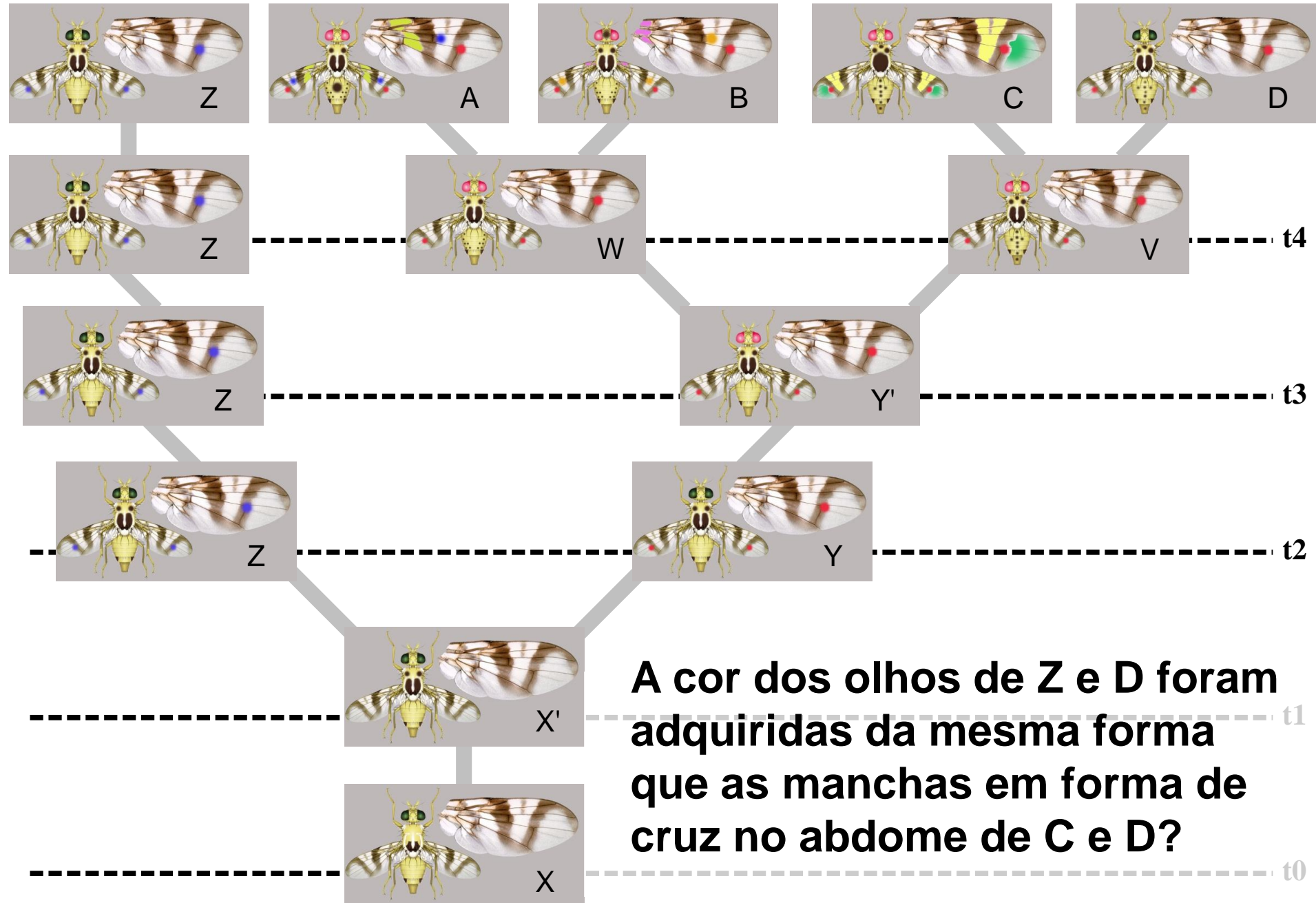
Compartilhamento de semelhanças:



Compartilhamento de semelhanças:

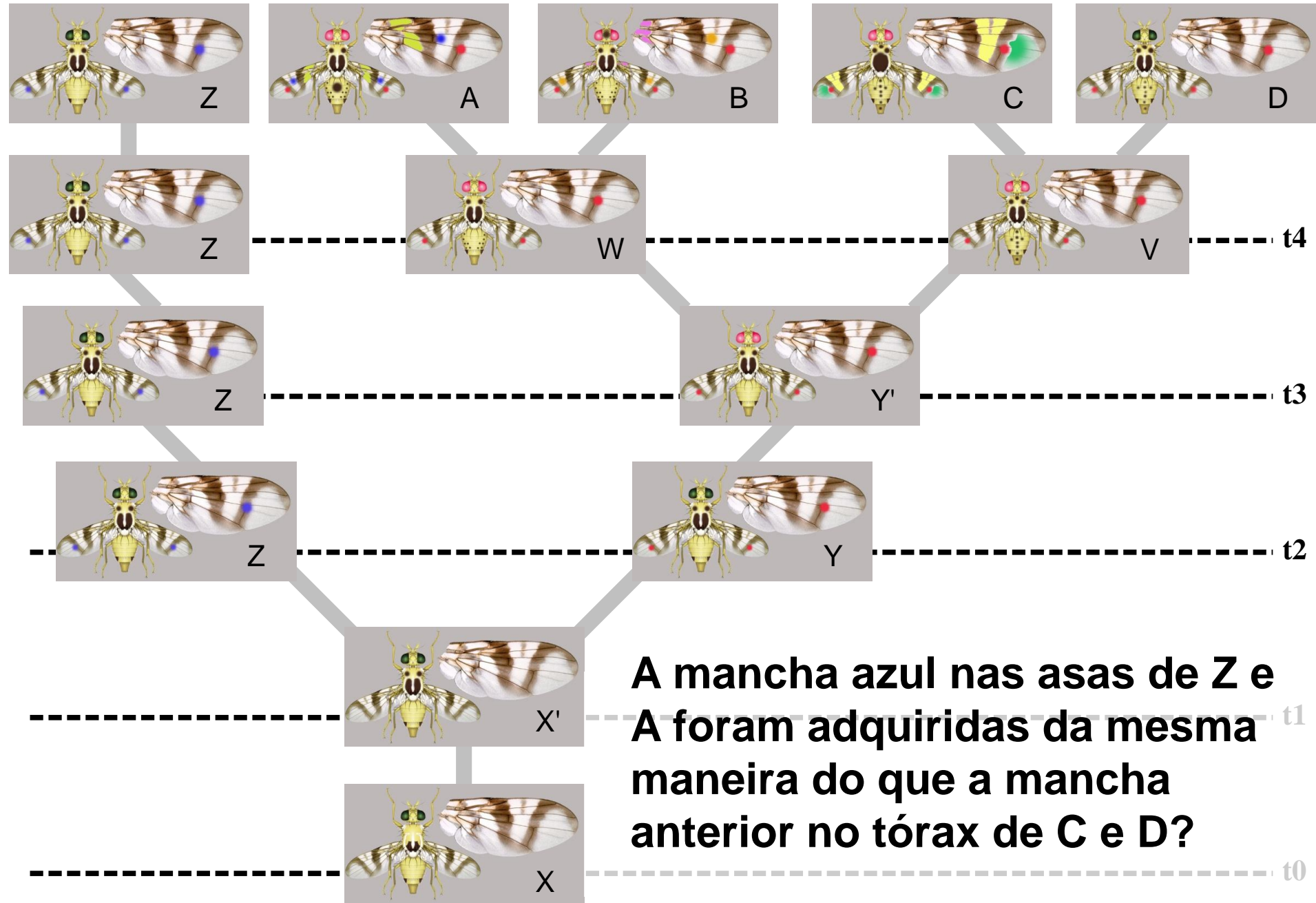


Compartilhamento de semelhanças:



A cor dos olhos de Z e D foram adquiridas da mesma forma que as manchas em forma de cruz no abdome de C e D?

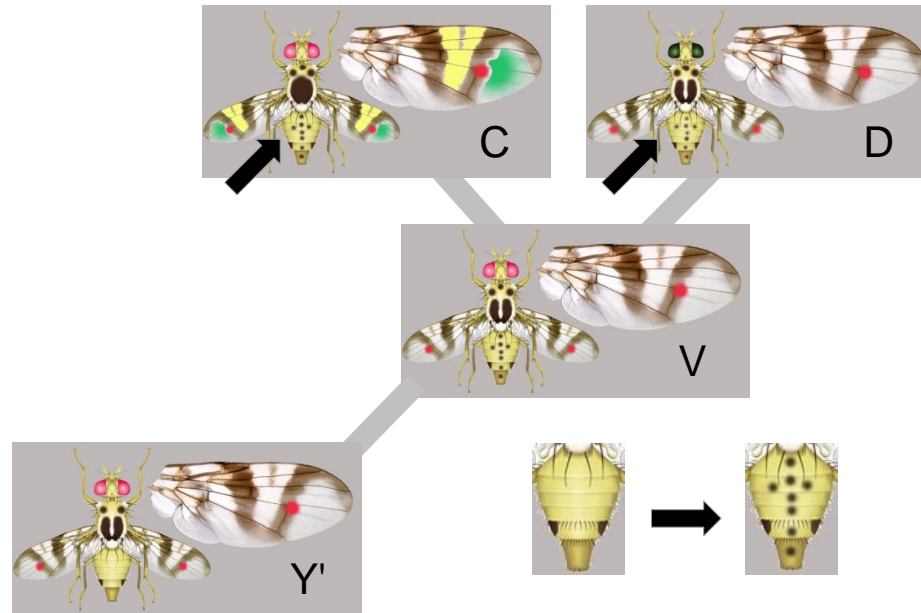
Compartilhamento de semelhanças:



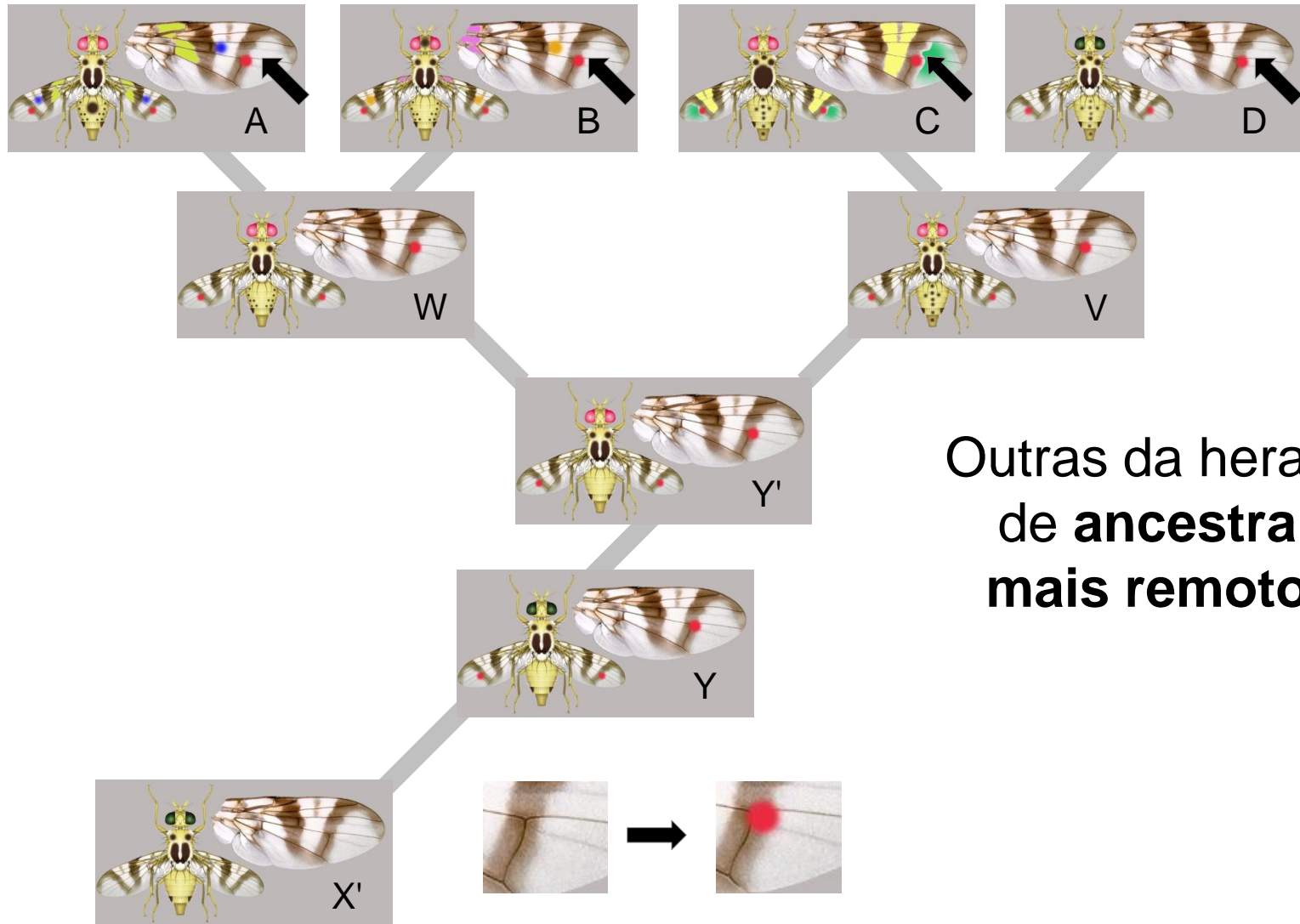
A mancha azul nas asas de Z e A foram adquiridas da mesma maneira do que a mancha anterior no tórax de C e D?

Compartilhamento de semelhanças:

Algumas semelhanças decorrem da herança de **ancestrais imediatos**.



Compartilhamento de semelhanças:



Outras da herança
de **ancestrais**
mais remotos.

Compartilhamento de semelhanças:

Algumas semelhanças decorrem da herança de **ancestrais imediatos.**

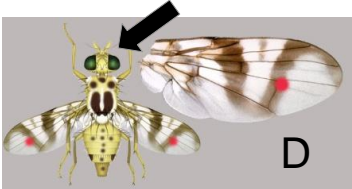
vs.

Outras da herança de **ancestrais mais remotos.**



Níveis de generalidade distintos

Compartilhamento de semelhanças:

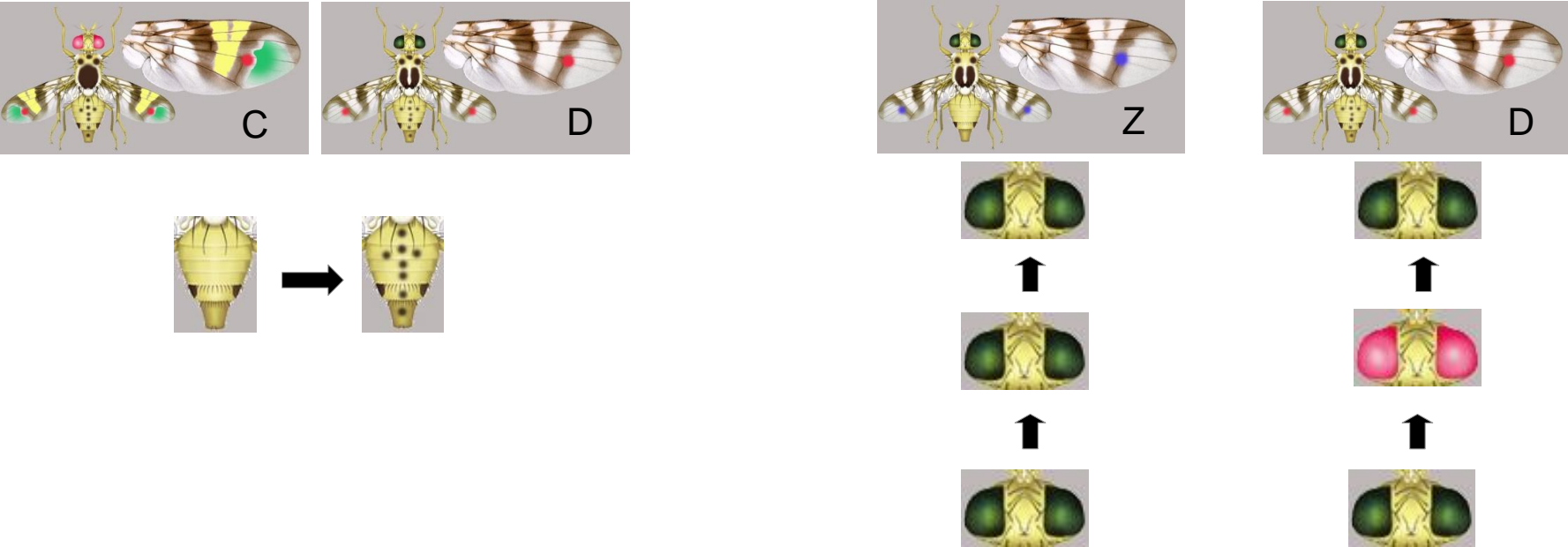


Características
aparentemente iguais
são historicamente
distintas!



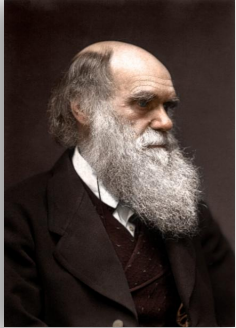
Compartilhamento de semelhanças:

Similaridades de origens completamente diferentes:



Compartilhamento de semelhanças:

Similaridades de origens completamente diferentes:



Posterior a Darwin (1859): similaridades que indicam **ancestral comum (homologias)** tornaram-se mais importantes em classificação do que aquelas que não decorrem de ancestrais comuns

Sir Edwin Ray Lankester
1847 -1929



Lankester (1870a,b): conceito inicial de homologia

'**Homogenia**': similaridade decorrente de ancestrais comuns.

'**Homoplasia**': similaridade decorrente de função similar e causalidade.

Nixon & Carpenter (2012): conceito mais recente de homologia

'**Homologia**': similaridade decorrente de ancestrais comuns.

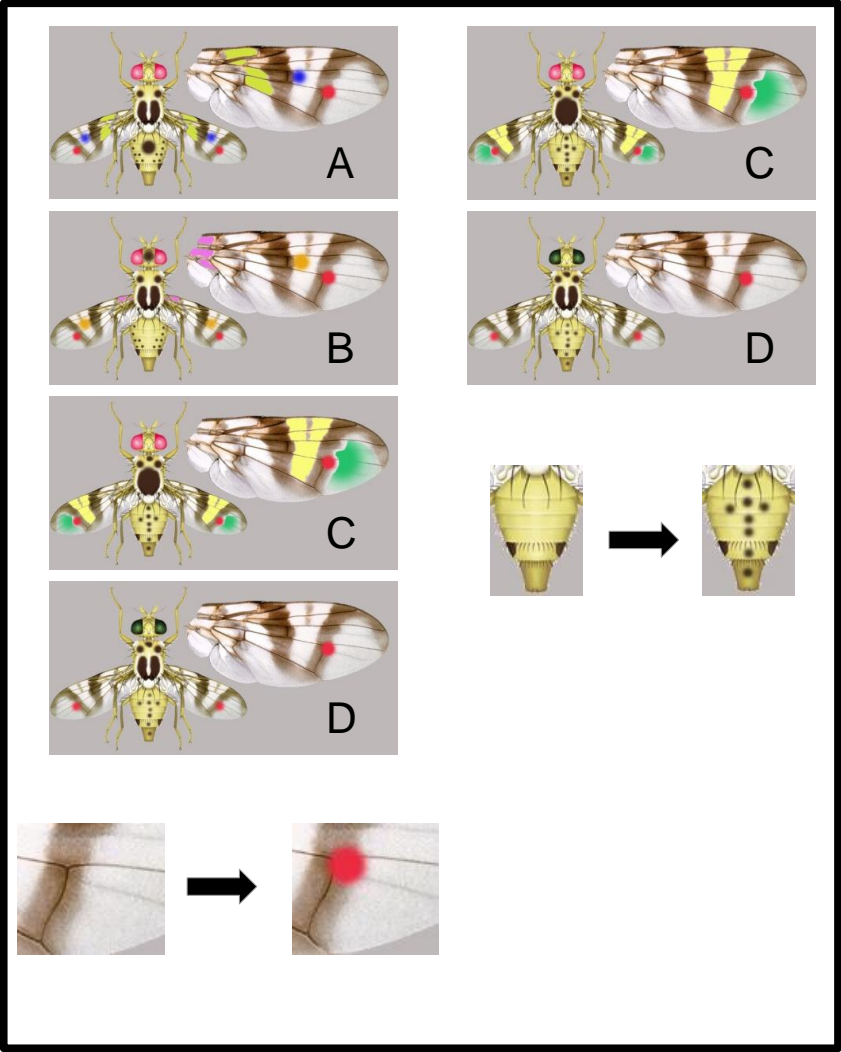
'**Homoplasia**': similaridade não-homóloga.

Lankester, E.R., 1870a. On the use of the term homology in modern zoology, and the distinction between homogenetic and homoplastic agreements. Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 4. 6, 34–43.

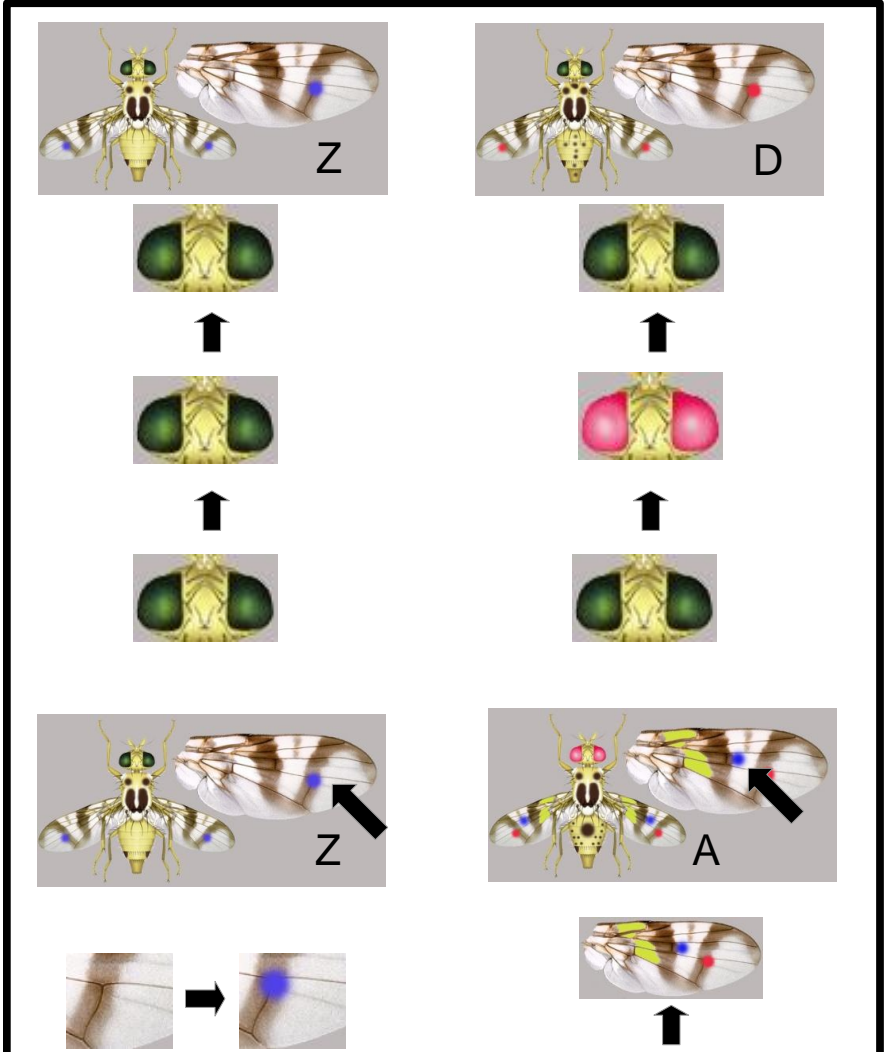
Lankester, E.R., 1870b. On the use of the term "homology". Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 4. 6, 342.

Nixon & Carpenter 2012. On homology. Cladistics 28(2)160–169.

Compartilhamento de semelhanças:



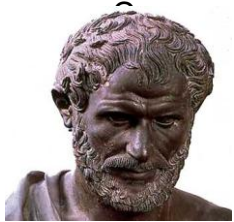
Características HOMÓLOGAS



Características HOMOPLÁSTICAS

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

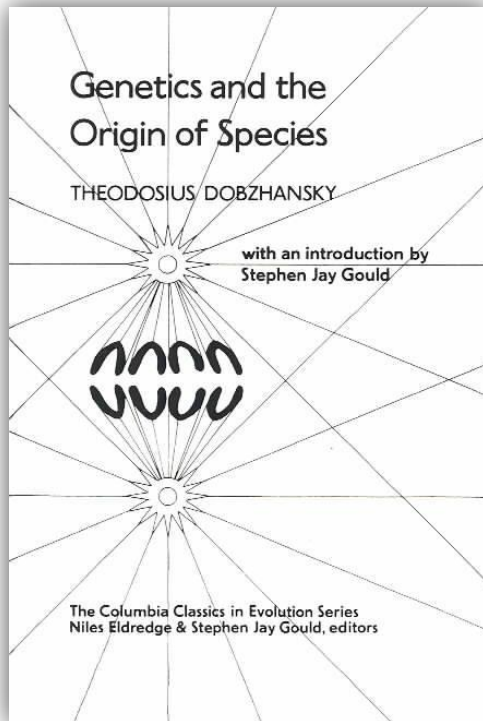
Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

1960's



1937



Theodosius Dobzhansky
1900 - 1975



No IB: Dreyfus, Chana, Dobzhansky, Martha Wedel, Antonio Cordeiro (sentados), Hans Burla e Antonio Cavalcanti (em pé).

A revolução que se inicia

Surgimento da Genética de Populações:



T. Dobzhansky
(1900 – 1975)



R. A. Fisher
(1890 – 1962)



J. B. S. Haldane
(1892 – 1964)



S. Wright
(1889 – 1988)

Introdução de modelos matemáticos à biologia evolutiva, que permitiram testar processos a partir de premissas teóricas

Fisher (1930): Teorema fundamental da seleção natural

Como a seleção natural atua sobre a variabilidade genética das populações

Biologia Evolutiva passa a ser estudada como uma ciência **experimental**

A revolução que se inicia

Sistemática:

Por aproximadamente um século após “*A origem das espécies*” não havia nenhuma escola de classificação bem definida, nem metodologias competindo entre si.

No entanto, havia unanimidade em reconhecer que **classificações deveriam reconhecer “grau de parentesco” entre os organismos.**

Desenvolvimento epistemológico da Sistemática:

Aristóteles – 384-322



Darwin – 1809-1882



Período essencialista

384 a.C.

Mundo dinâmico

Resistência e Nova Síntese

Sistemática Evolutiva

1859

1936 - 1947

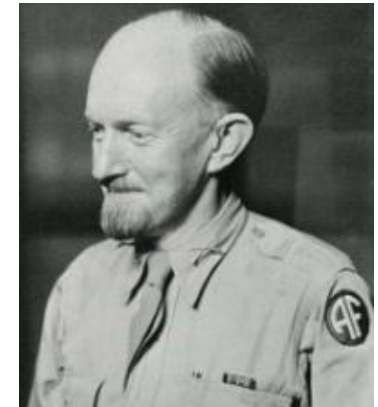
1960's

Desafios:

1. Entender o processo (mecanismo) de seleção natural e seus requisitos;
2. Explicar como ele pode ser promotor de diversidade; e
3. Incorporar os preceitos desta síntese na prática da Sistemática.



Ernest Mayr
1904 - 2005



G.G. Simpson
1902 - 1984

Sistemática Evolutiva



Ernest Mayr
1904 - 2005



G.G. Simpson
1902 - 1984

Mayr (1942:103:): "*...no system of nomenclature and no hierarchy of systematic categories is able to represent adequately the complicated set of interrelationships and divergencies in nature*"

Surgem alguns conceitos fundamentais:

Simpson (1961)
Principles of Animal Taxonomy

Táxons superiores devem ser **monofiléticos**.

Classificações não podem e não deveriam expressar filogenia, no entanto devem ser consistentes com as mesmas.

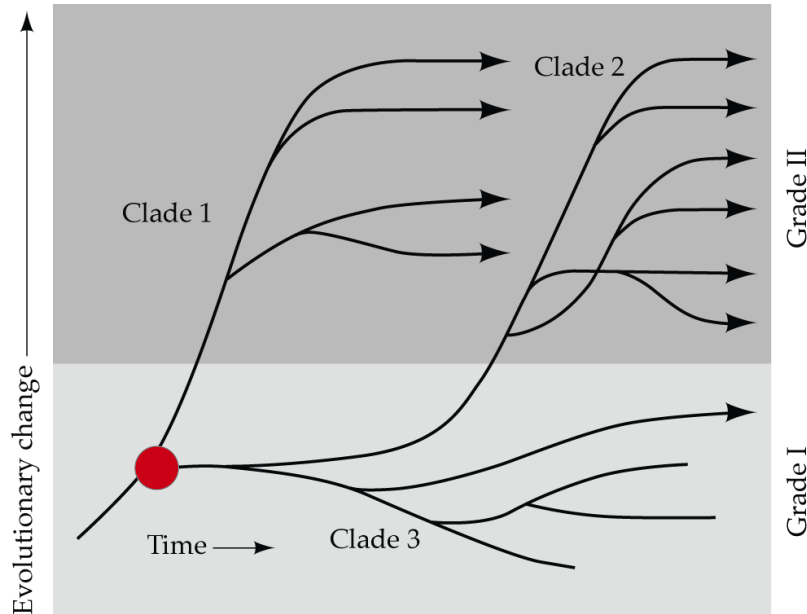
Mayr (1969) *Principles of Systematic Zoology*

Enfatiza que adaptação também é parte do processo evolutivo.

Linhagens periodicamente invadem novas **zonas adaptativas** e proliferam; estes graus adaptativos devem ser reconhecidos em classificação.

Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Grupos monofiléticos, Grados e Zonas adaptativas

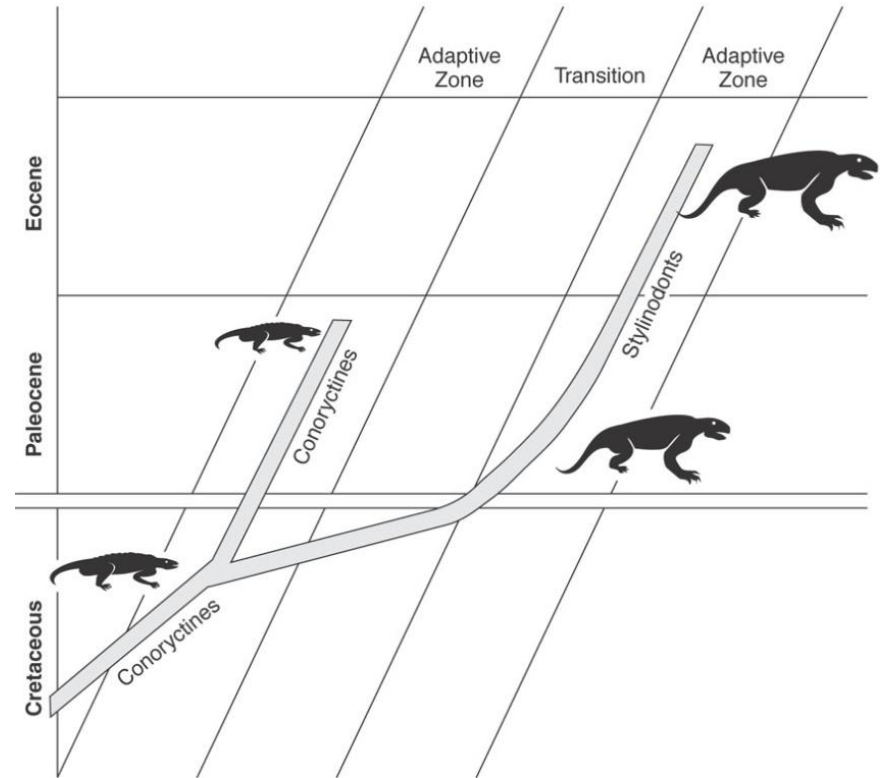
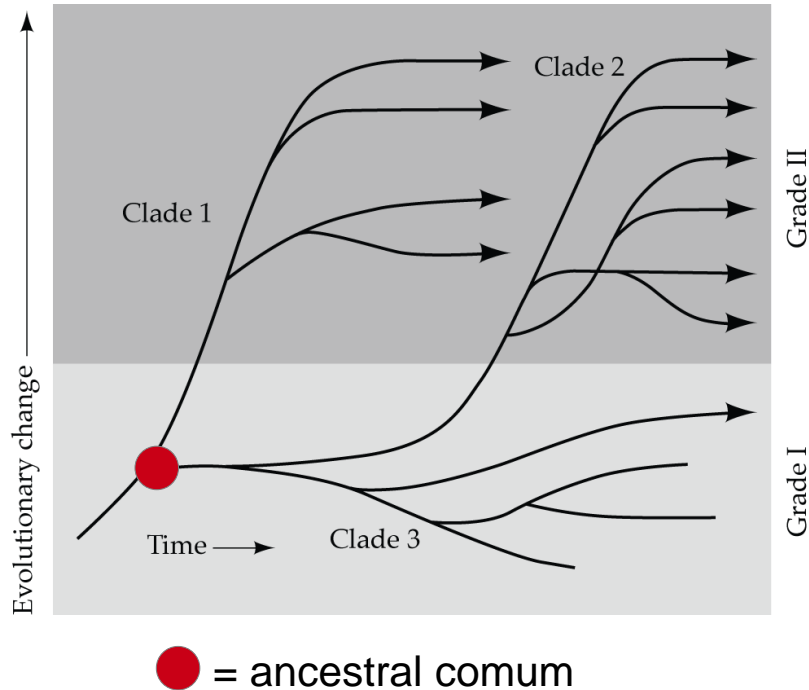


● = ancestral comum

- Grupo monofilético: qualquer grupo cujos membros compartilham um ancestral comum
- Definição pouco informativa

Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Grupos monofiléticos, Grados e Zonas adaptativas

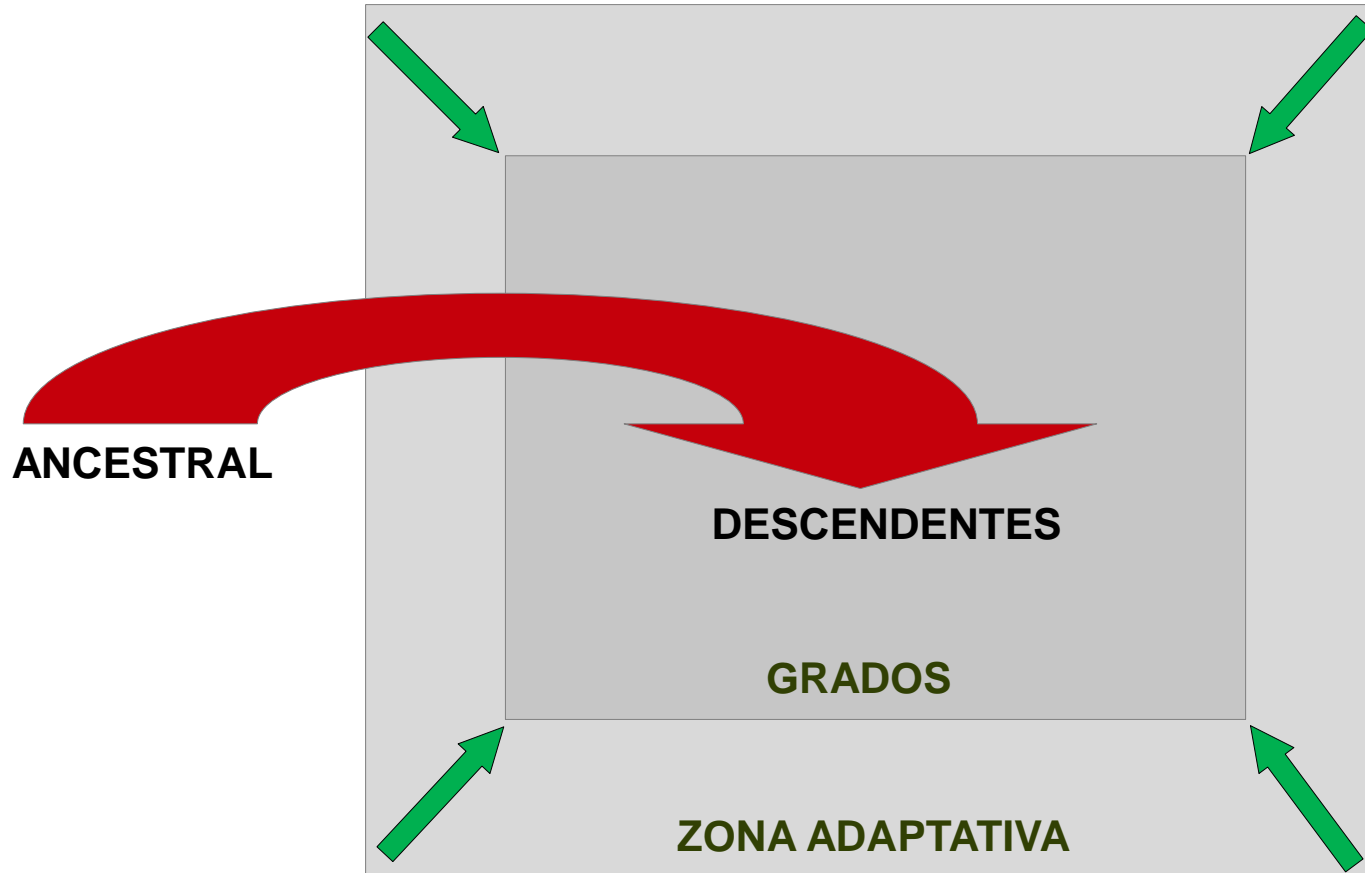


GRADOS:

“Táxons caracterizados por um nível de organização semelhante”. (Huxley, 1958)
Refletiriam mudanças evolutivas nos grupos (níveis de evolução)
Grados distintos estão associados a zonas adaptativas distintas

Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Grados e Zonas adaptativas

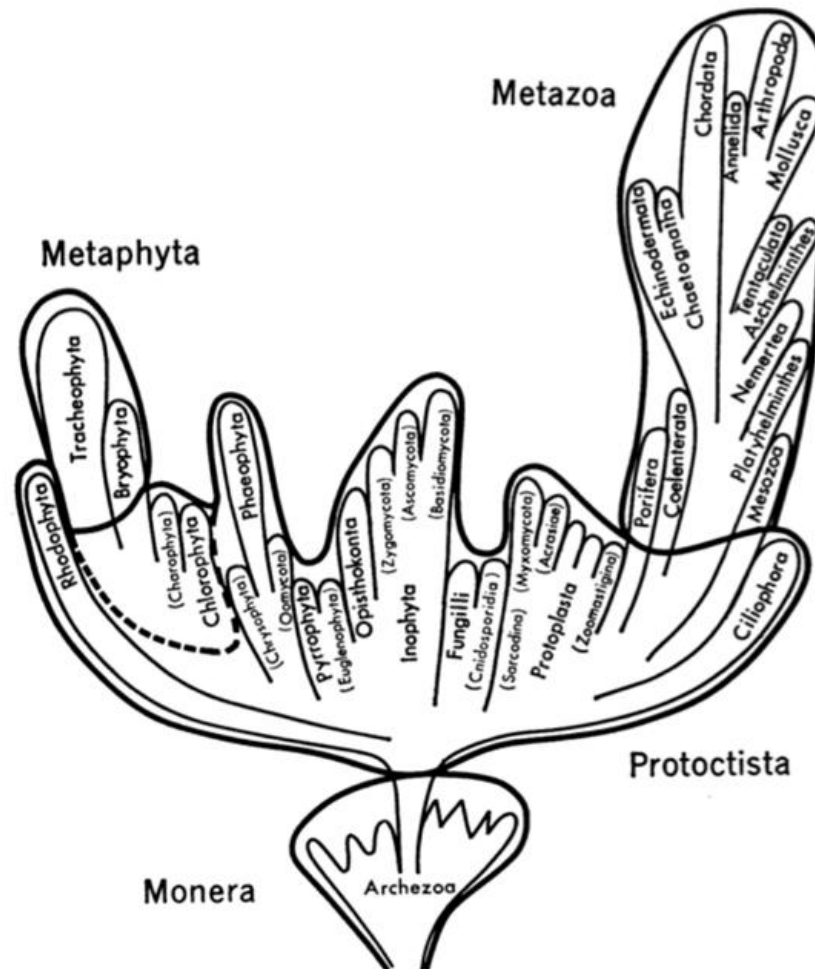


 PRESSÕES SELETIVAS

Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Exemplos em outra disciplina:

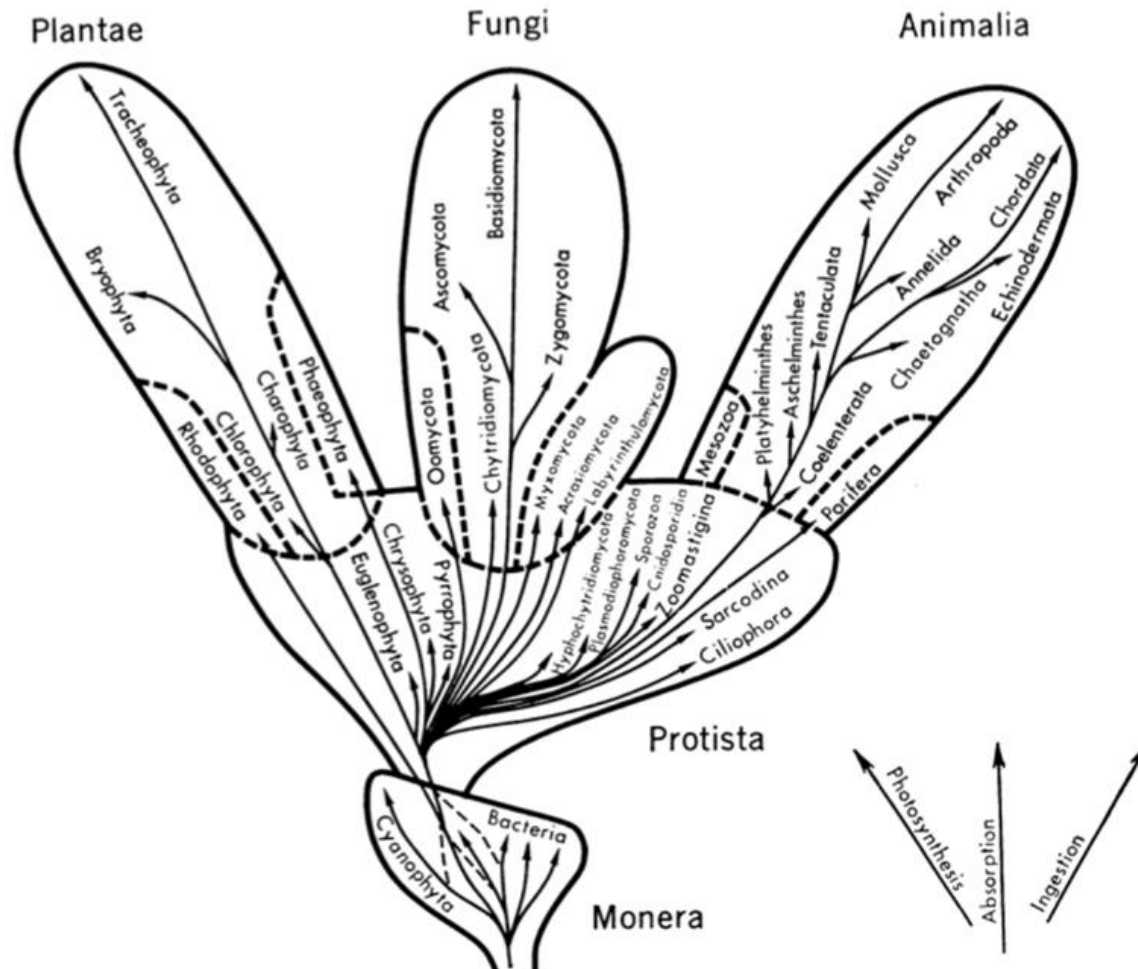
Copeland 1938



Sistemática Evolutiva [Gradismo]

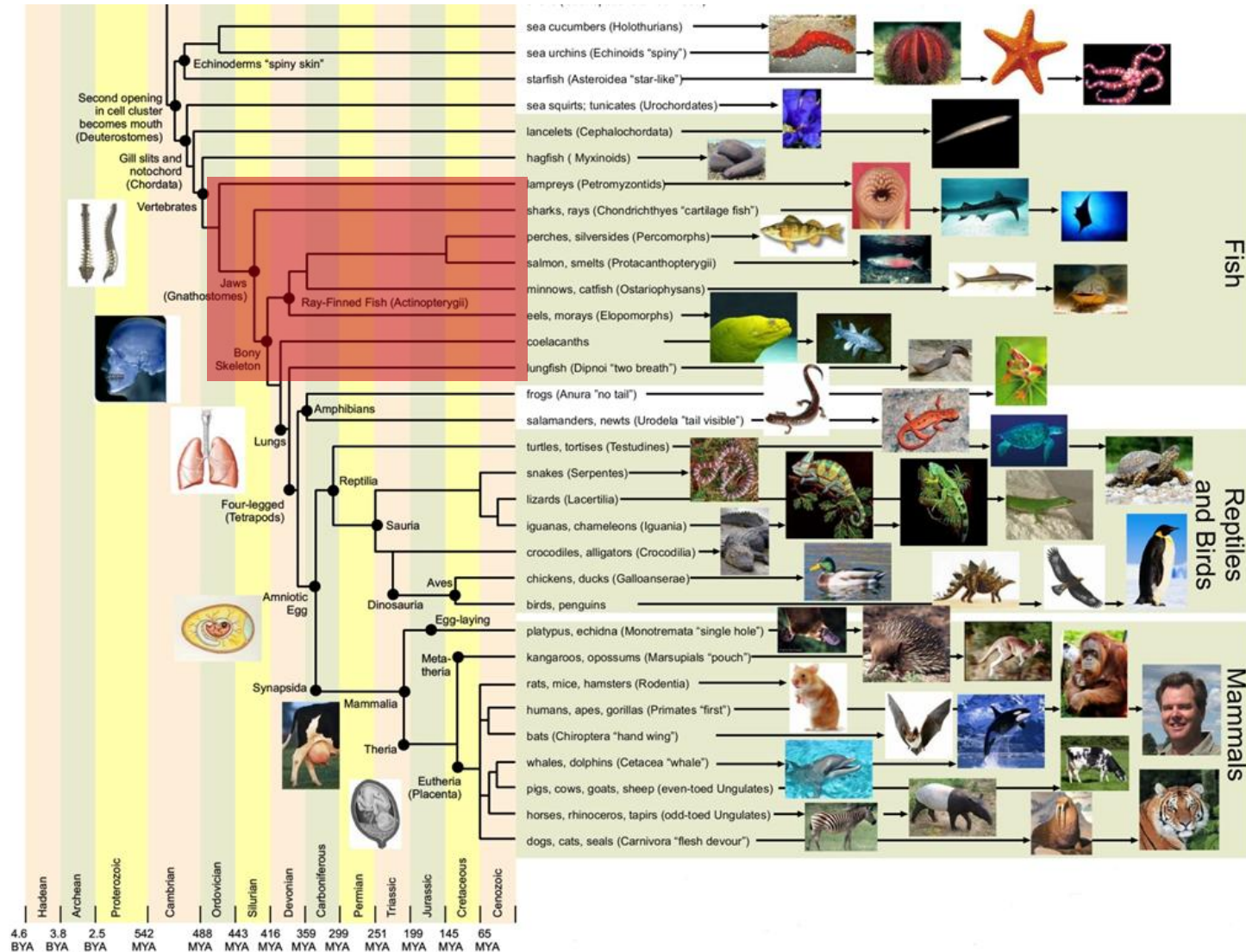
Exemplos em outra disciplina:

Whittaker 1969



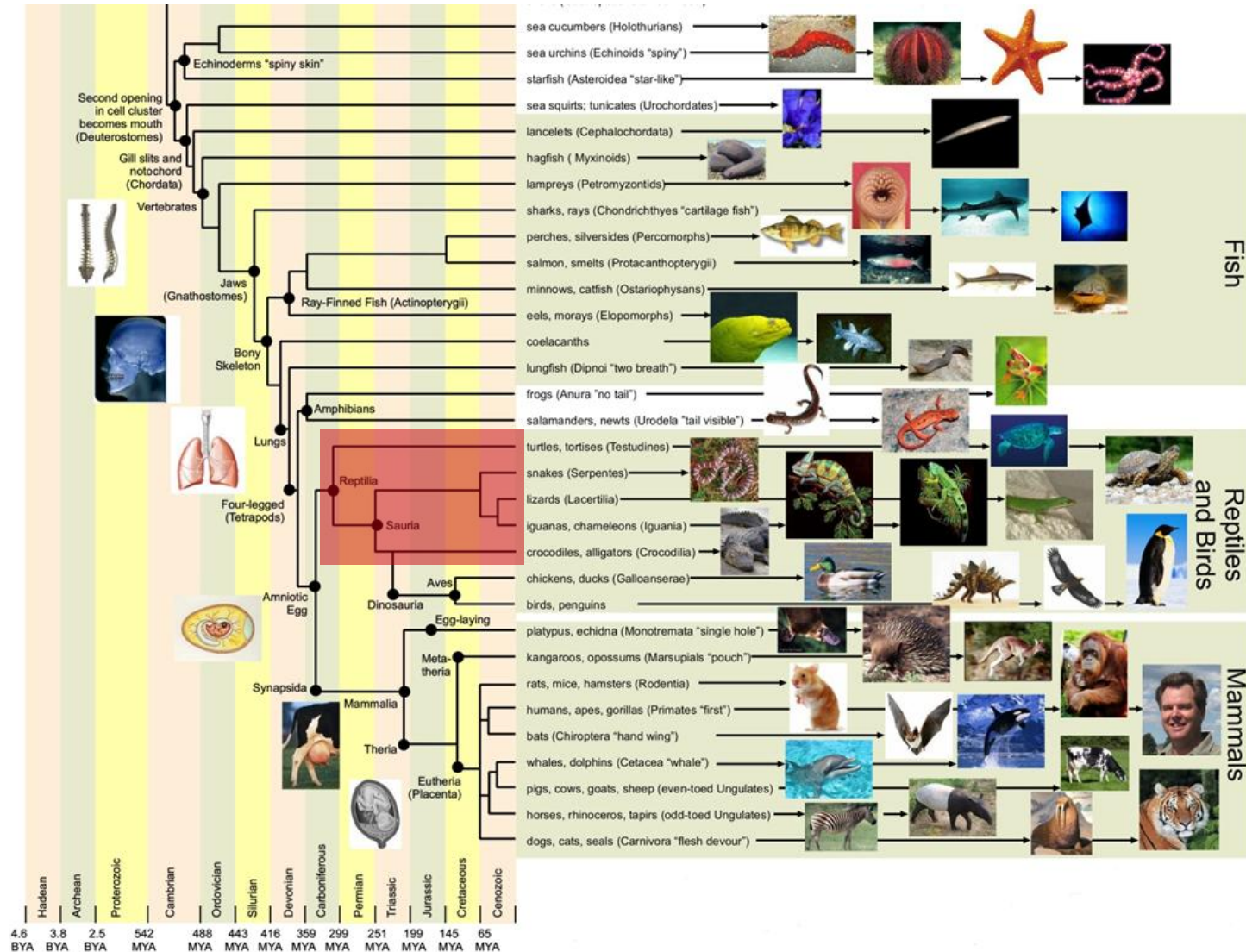
Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Exemplos de grupos monofiléticos de acordo com a escola:



Sistemática Evolutiva [Gradismo]

Exemplos de grupos monofiléticos de acordo com a escola:



Problema:

Não existia um método para determinar claramente os grados ou delimitar zonas adaptativas

Excesso de autoritarismo



Conceitos fundamentais desta aula:

Essencialismo, Tipologismo e Fixismo

Homologia vs. Homoplasia

Seleção Natural: variabilidade, pressão seletiva e herança

Nova síntese e Sistemática Evolutiva (Gradismo)

Grupos monofiléticos, Zonas adaptativas e Grados