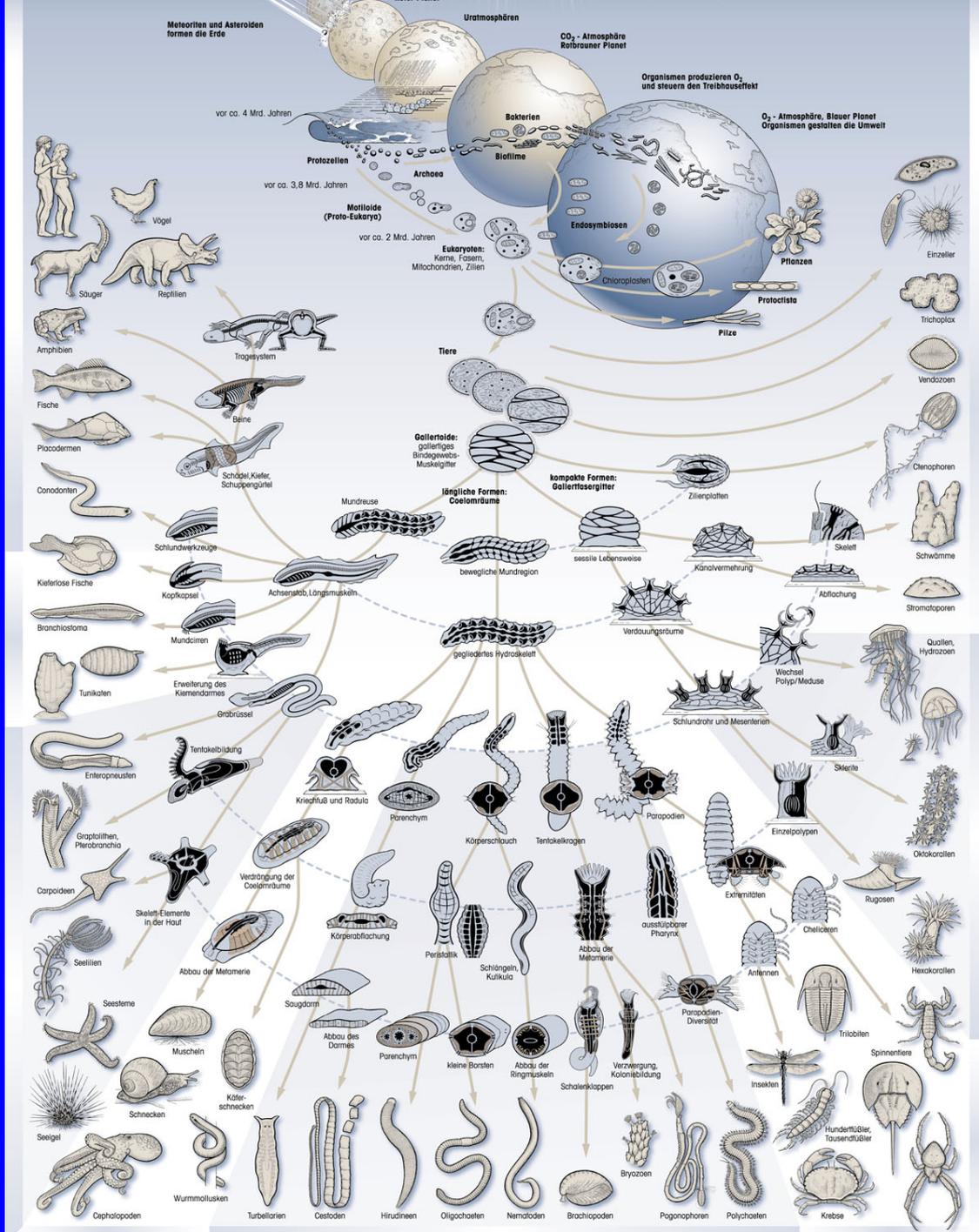


Evolução

conceitos e relevância

David De Jong
Depto. de Genética
FMRP-USP



Classificar organismos?

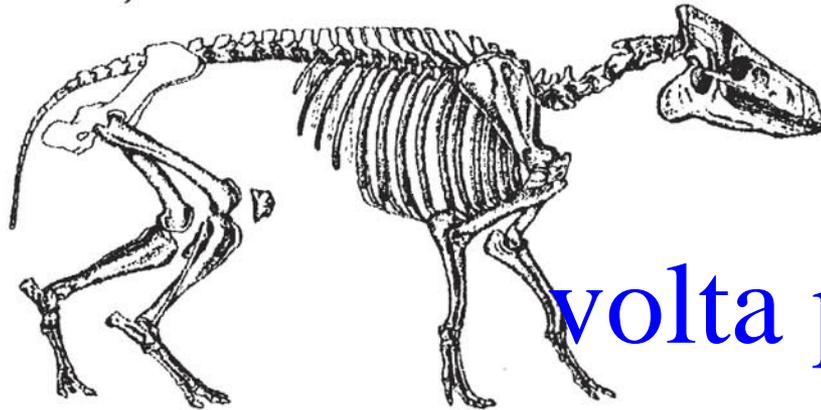




???

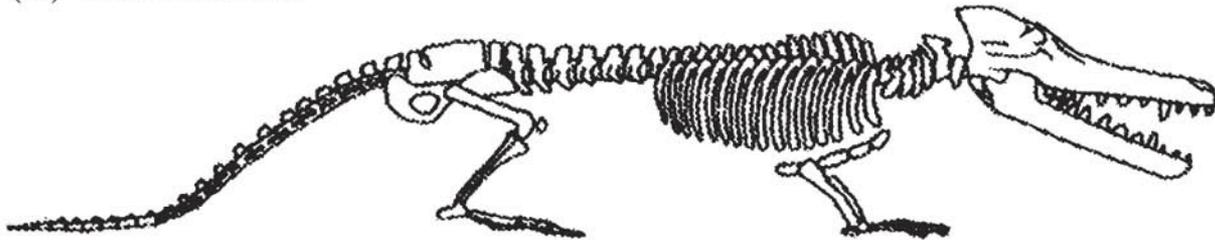


(A) *Elomeryx*

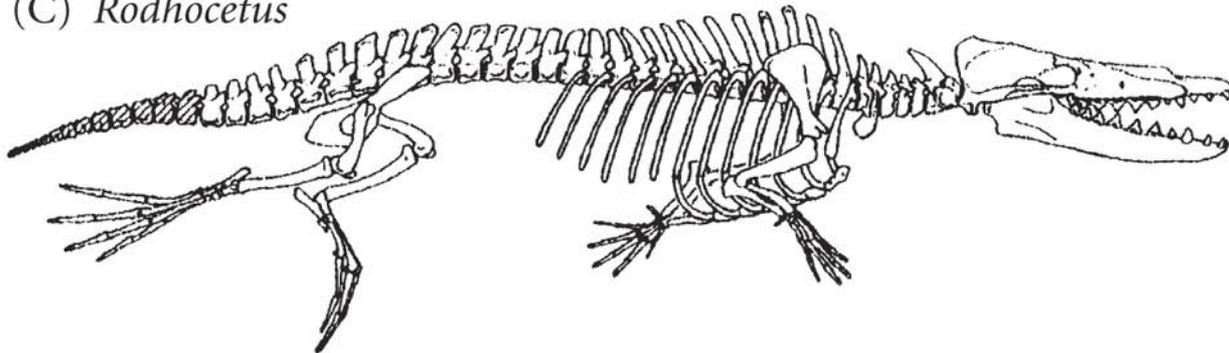


volta para o mar

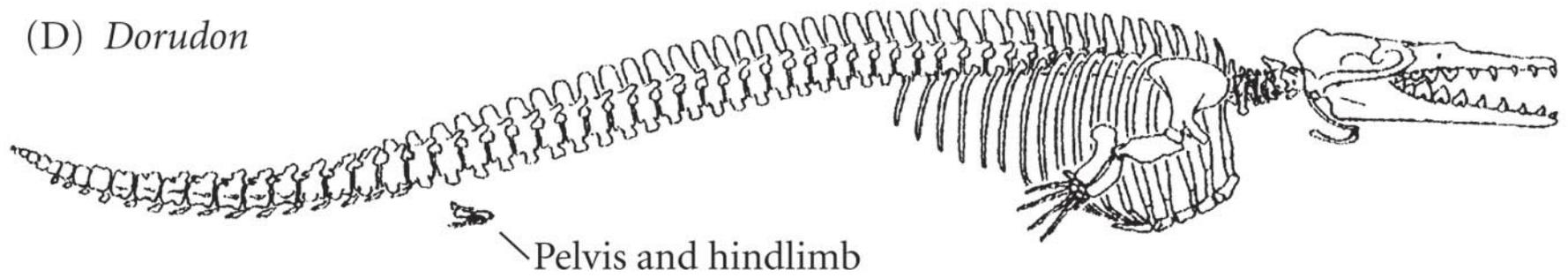
(B) *Ambulocetus*



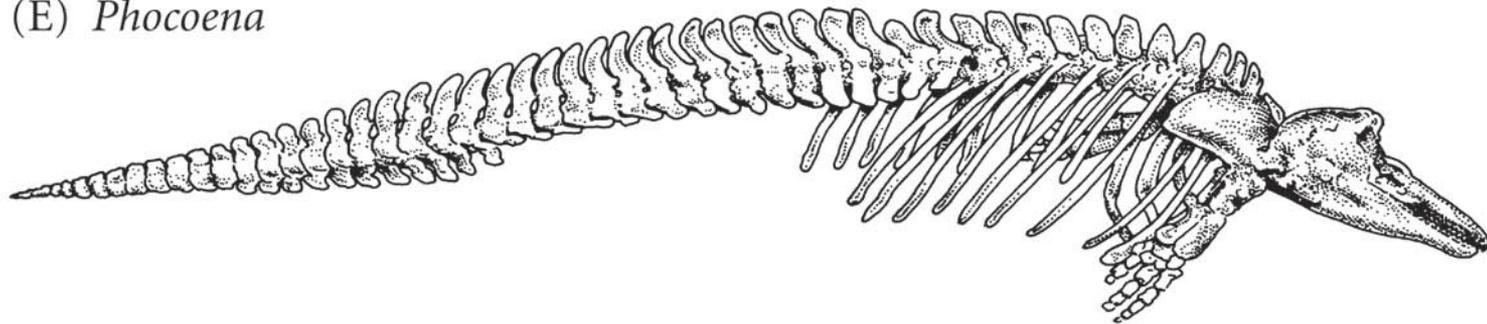
(C) *Rodhocetus*

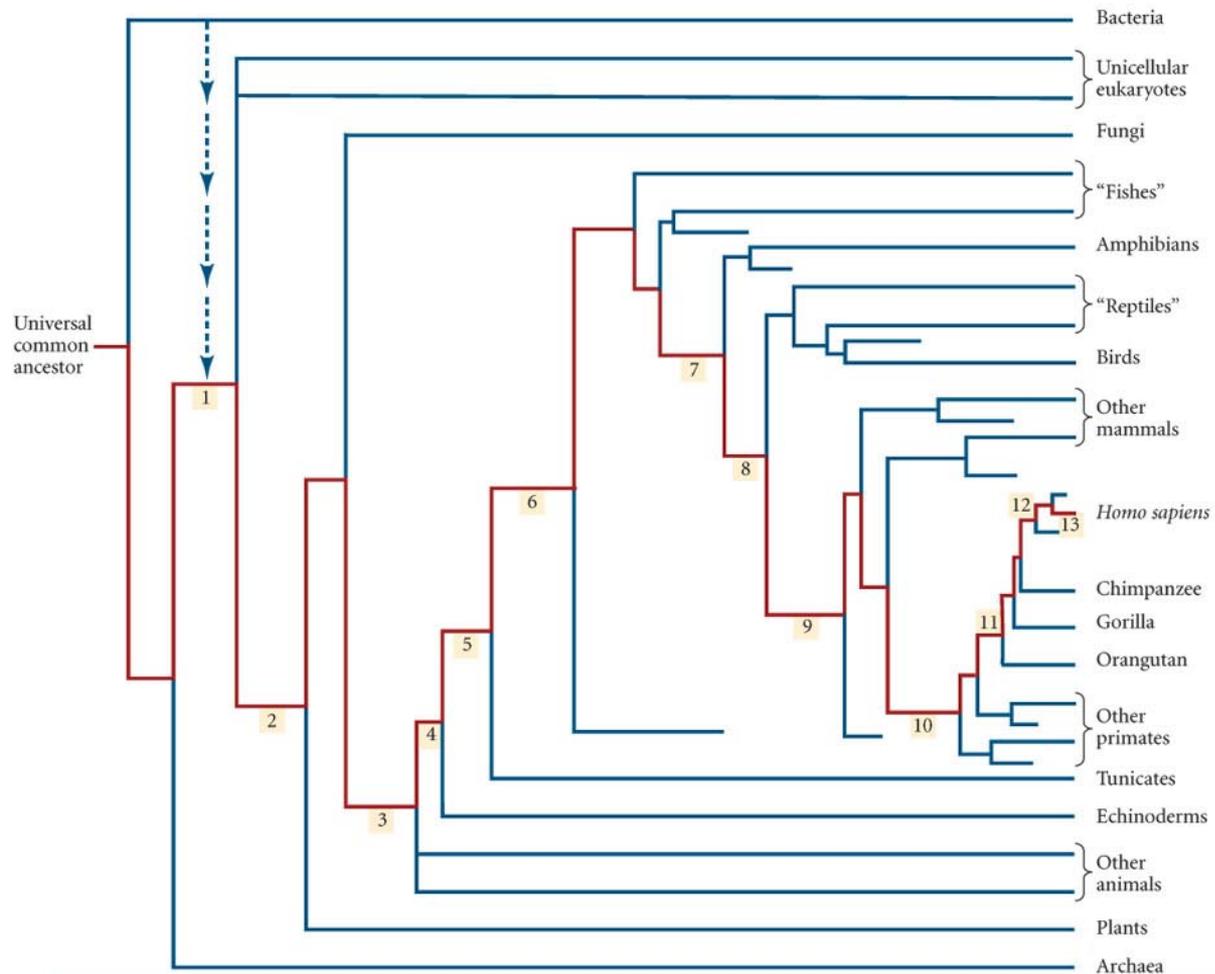


(D) *Dorudon*

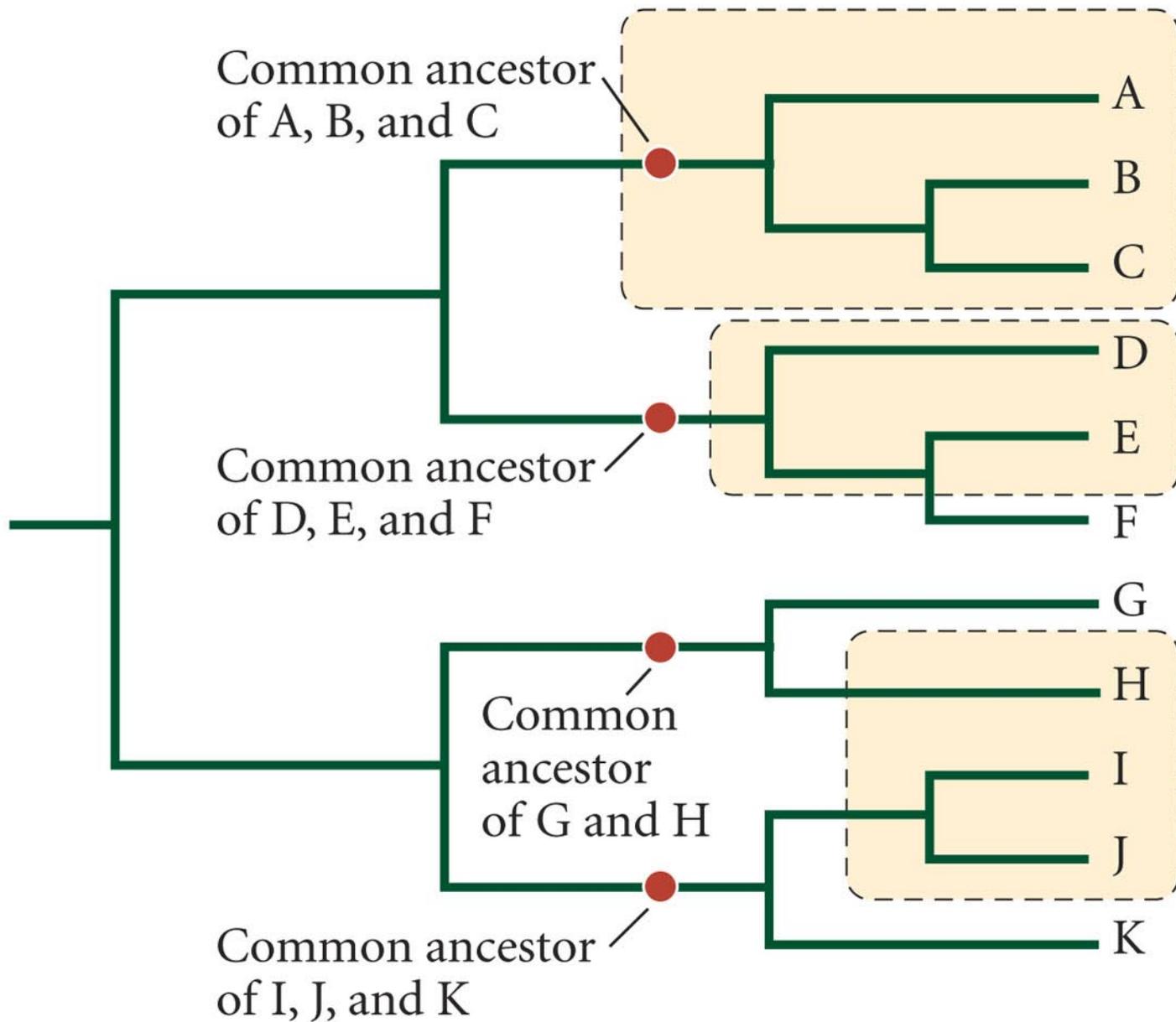


(E) *Phocoena*

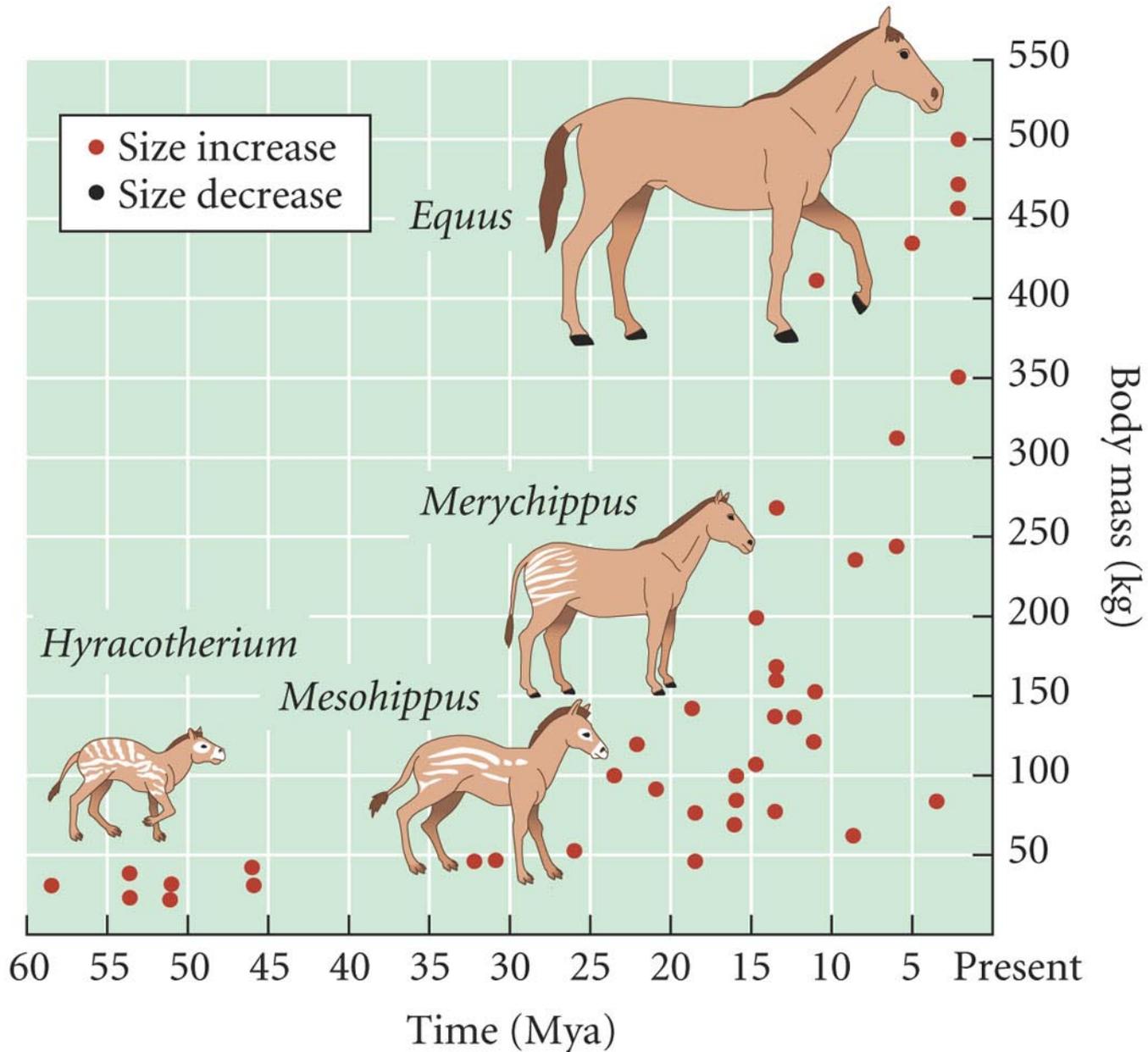




1. Origin of eukaryotes: a symbiotic bacterium becomes the mitochondrion.
2. Multicellularity evolves; cell and tissue differentiation
3. Animals: internal digestive cavity; muscles
4. Deuterostomes: embryonic blastopore develops into anus
5. Chordates: notochord; dorsal nerve cord
6. Vertebrates: bony skeleton
7. Tetrapods: legs
8. Amniotes: amniotic egg; other water-conserving features
9. Mammals: unique jaw joint; middle earbones; milk
10. Primates: binocular vision; arboreality
11. Anthropoid apes: loss of tail
12. Hominins evolve bipedalism
13. *Homo sapiens* spreads from Africa

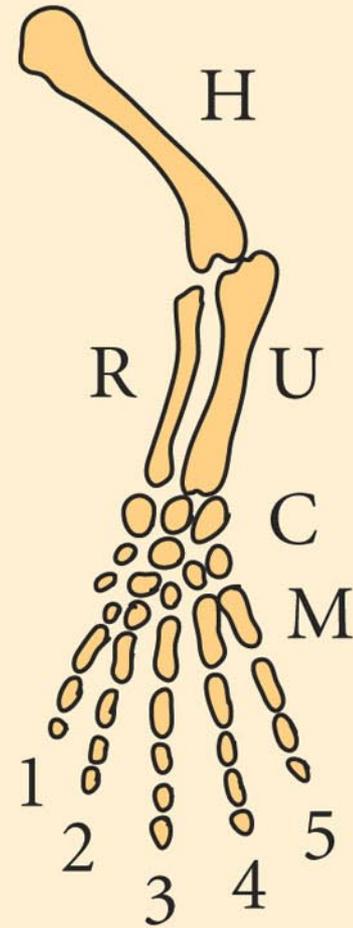


(A)



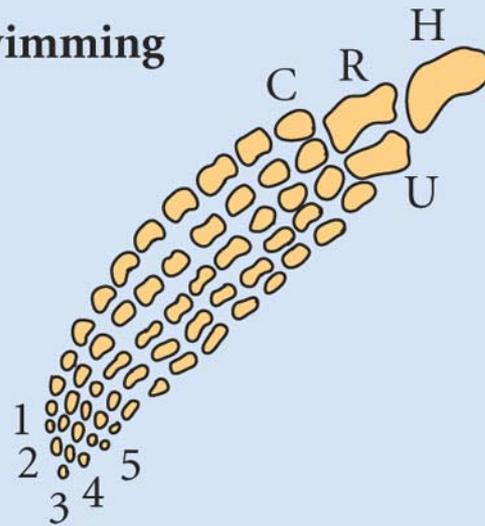
Ancestral condition

| | |
|-----|-------------|
| H | Humerus |
| U | Ulna |
| R | Radius |
| C | Carpals |
| M | Metacarpals |
| S | Sesamoid |
| 1-5 | Digits |

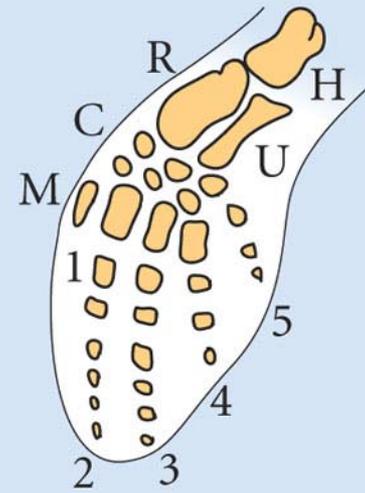


Early amphibian

Adapted for swimming



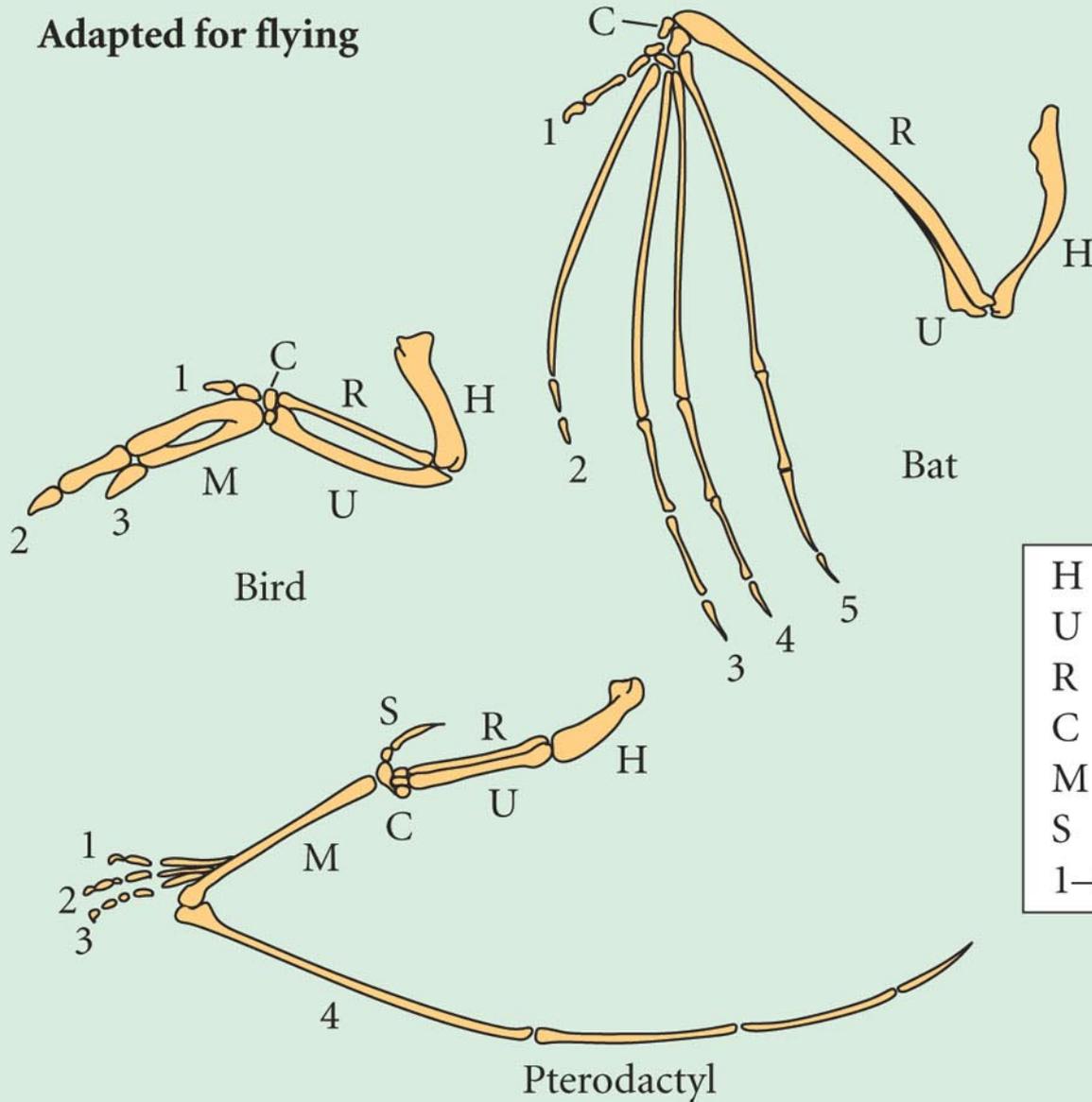
Ichthyosaur



Porpoise

| | |
|-----|-------------|
| H | Humerus |
| U | Ulna |
| R | Radius |
| C | Carpals |
| M | Metacarpals |
| S | Sesamoid |
| 1-5 | Digits |

Adapted for flying



| | |
|-----|-------------|
| H | Humerus |
| U | Ulna |
| R | Radius |
| C | Carpals |
| M | Metacarpals |
| S | Sesamoid |
| 1-5 | Digits |

*“Nada na biologia faz sentido
exceto à luz da evolução”
Theodosius Dobzhansky*



Abelhas em voo perto da entrada gasto de energia, porque? - jataí

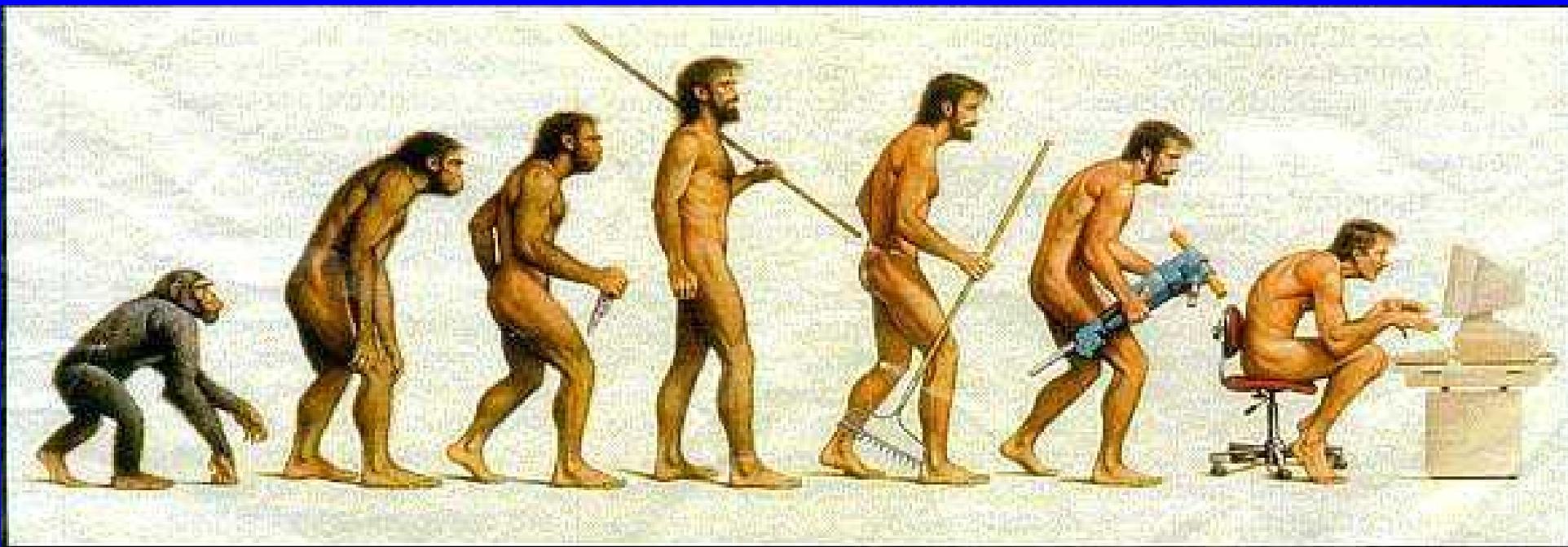


Defesa contra abelha ladra



Explicar?





Somewhere, something went terribly wrong

Evolução

- Todo a biologia depende de dois princípios centrais
- 1. Todos os processos de vida tem uma base física e química
- 2. Todos os organismos e suas características são produtos de evolução

Evolução

- Providencia meios para entender todas as características dos seres vivos
- Ilumina todas as disciplinas biológicas, desde biologia molecular e bioquímica, até fisiologia, comportamento e ecologia
- Importância para antropologia, sociologia e filosofia – a visão que temos da humanidade

Questões sobre evolução

- Evolução pode ser observado?
- Ciência não é apenas observação direta
- - testar hipóteses contra o que espera
- Não observamos o origem de novos espécies
- Porém encontramos mudanças evolucionarias nas caracteres

“Provar” evolução?

- Na ciência, não provamos,
- “Fatos” são hipóteses em que confiamos bastante
- Muito evidencia a favor, e ausência de evidencia contra
- Evidencia abundante de todas as áreas de biologia e paleontologia

Testar hipótese de evolução?

- Sim – pode ser testado
- Fosseis de mamíferos em pedra formada antes do Cambriano não existem, etc.

Ordem no universo – como explicar?

- O ordem mostrado pela correspondência entre as estruturas de um organismo e suas funções é uma consequência de seleção natural sobre variação genética, como já foi demonstrado em muitas populações experimentais e naturais

Mutações são benéficas?

- A maioria não
- Eliminados através de seleção natural
- Alguns são benéficas
- Adaptações complexas são baseados em combinações de mutações que aumentam em frequência através de seleção natural

Eventos aleatórios não podem produzir estruturas complexas

- Os processos aleatórios de evolução, mutação e deriva genética não podem sozinhos levar a evolução de complexidade
- Porém – seleção natural determina
- Sem seleção natural para manter estruturas complexas; exemplo olhos em animais que vivem em cavernas lentamente degeneram —

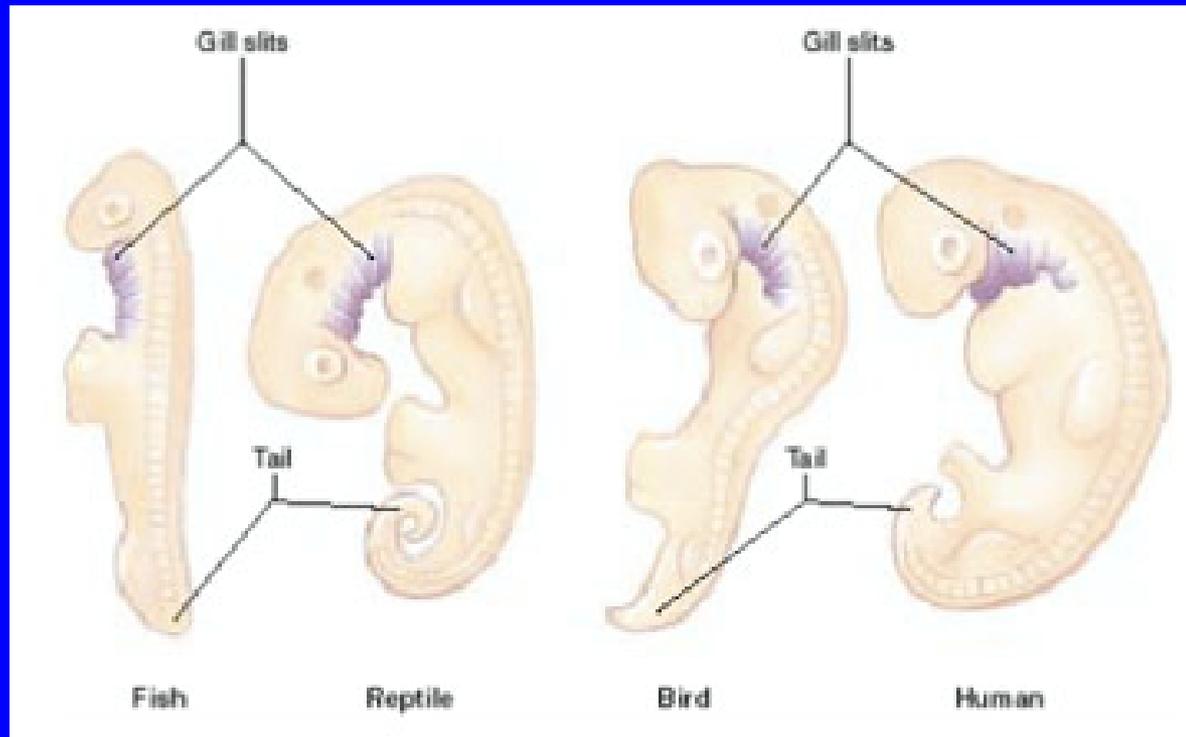


Adaptações complexas?

- Asas, olhos, vias bioquímicas
- Muitas características mostram vários graus de complexidade entre espécies
- Olho que mostra luz/ escuro, melhor do que nada

Estruturas vestigiais

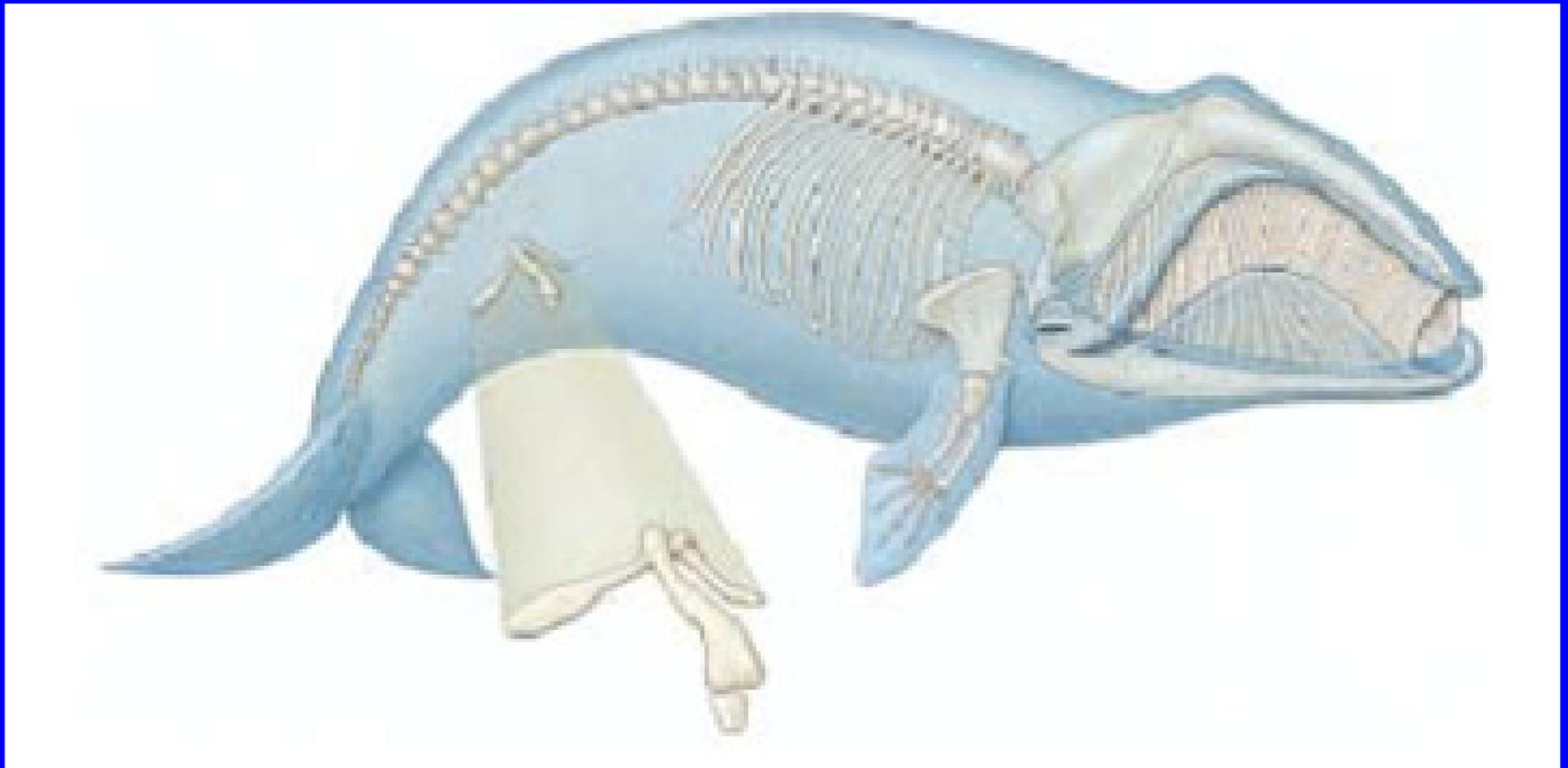
- Evolução explica
- Membranas entre dedos no embrião
- “Guelras” no embrião humano



Evidencia para evolução

- Ordem temporal dos táxons nos fósseis
- Formas intermediárias nos fósseis
- Eventos geológicos explicam distribuições
- Organismos tem muitas características que não fazem sentido em termos de função. – pseudogenes, DNA que não codifica, estruturas vestigiais, ou que aparecem nos embriões.

Ossos pélvicos na baleia - vestigial



Evidencia para evolução

- Extinção de mais de 90% das espécies
- Agressividade dentro da espécie – ataque a irmãos, infanticídio
- Caracteres similares em organismos muito diferentes – mitocôndria e cloroplastos tem homologia de DNA com bactéria – hipótese endo-simbiose

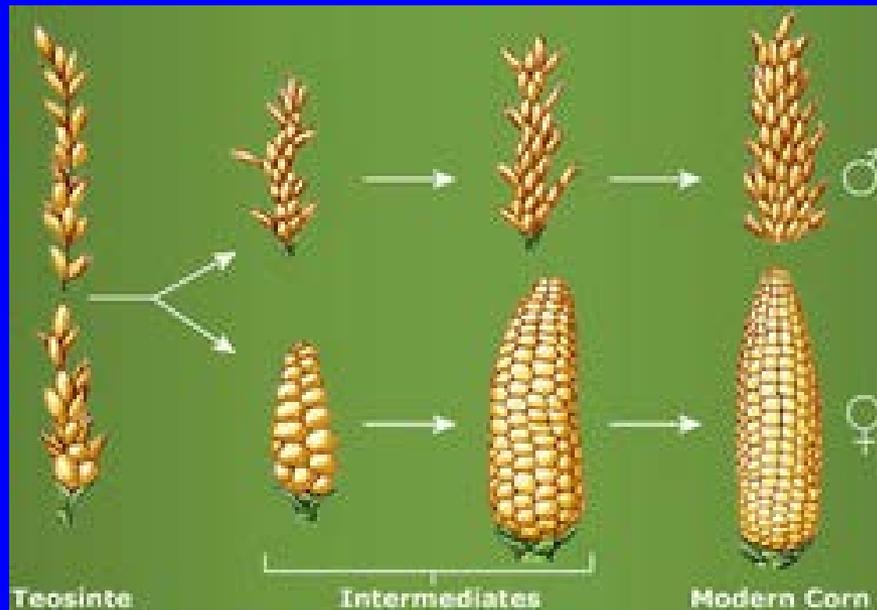
Evidencia para evolução

- Causas propostas para evolução tem sido bastante documentado
- Mutação
- Deriva Genética
- Varias formas de seleção natural
- Efeitos de isolamento e deriva genética

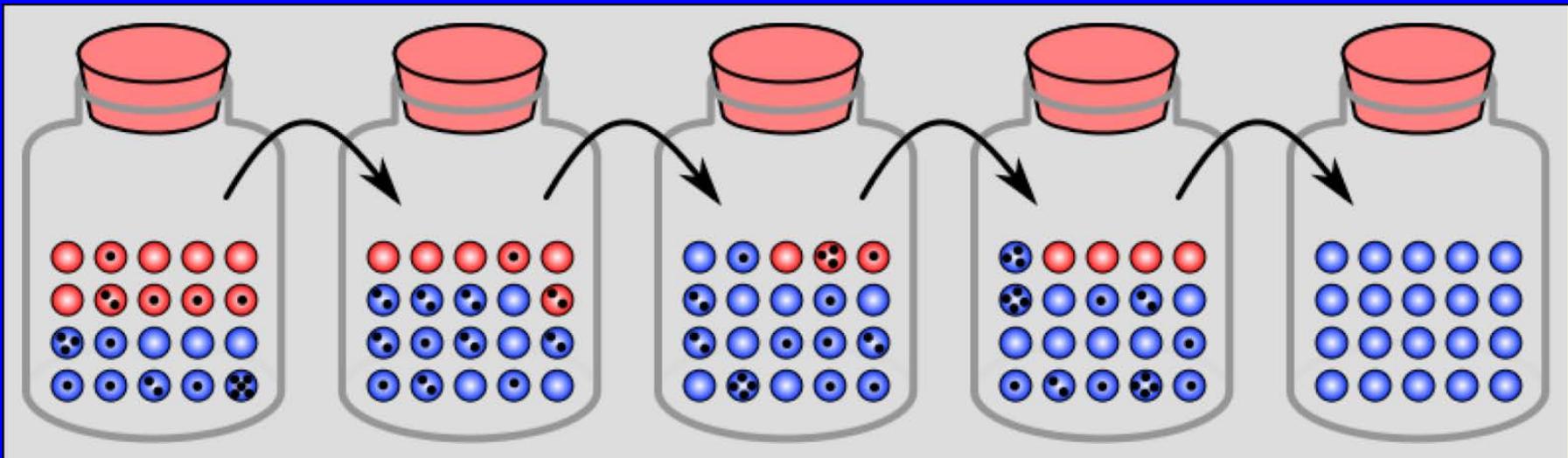
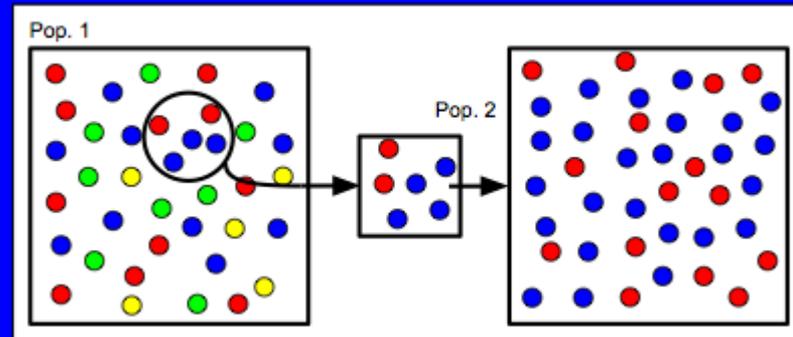
Mutação e seleção



Variação e seleção



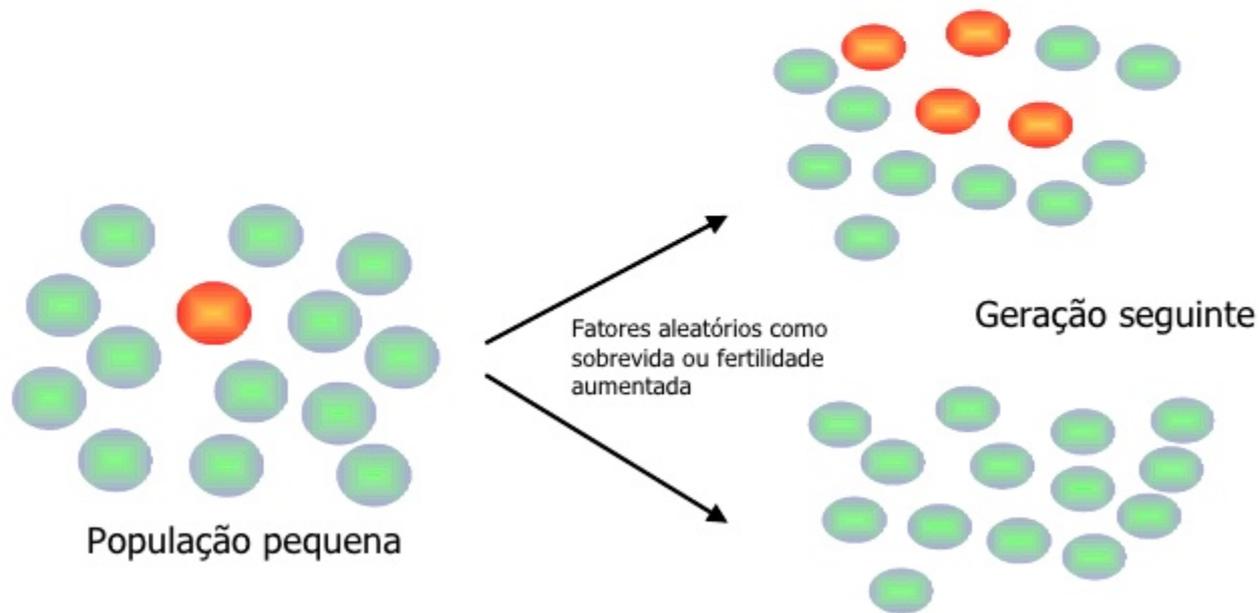
Deriva genética



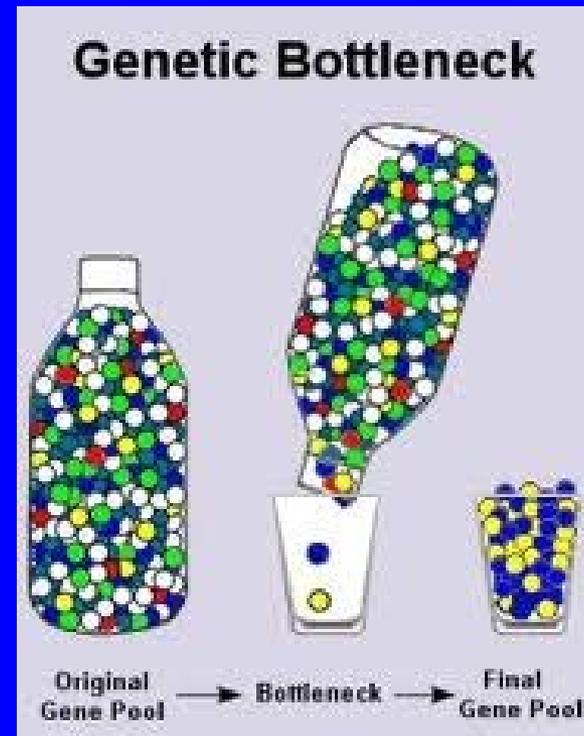
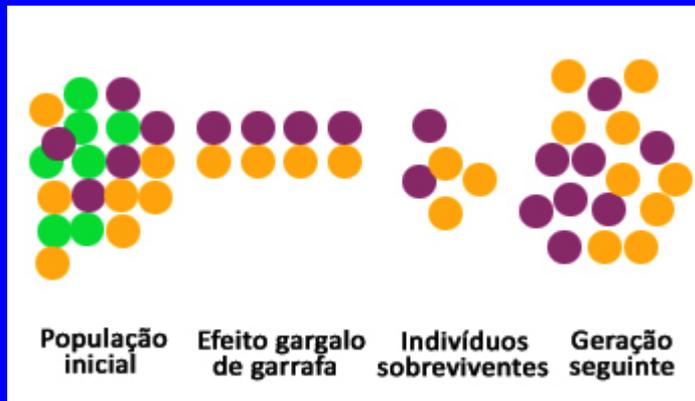
Deriva Genética

... outra causa das altas frequências para alelos de condições deletérias ou letais em uma população.

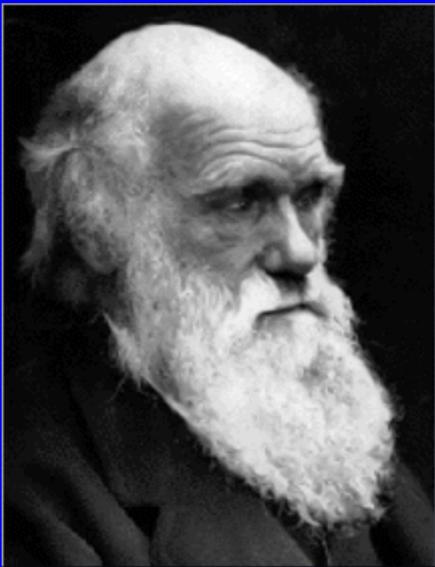
= flutuação da frequência alélica aleatória que opera em um pequeno pool de genes contido em uma população pequena.



Efeito gargalo



EVOLUÇÃO – ALGUNS PRINCÍPIOS



Somente uma teoria?

Fundamentos básicos para a discussão

- Evolução não é uma crença. É um conceito científico. Não tem o papel de definir religião ou crenças religiosas.
- Evolução é uma teoria...mas a ciência é feita de teorias.
- Existe muita controvérsia sobre a evolução, mas não entre cientistas ou organizações científicas.

Definições básicas

- Fato: uma observação que tem sido confirmado repetidamente
- Lei: uma generalização descritiva sobre como o mundo físico se comporta
- Hipótese: uma afirmação que pode ser testado que pode ser usado para construir inferências e explicações

Definições

- Teoria: uma explicação bem fundado que incorpora fatos, leis, inferências e hipóteses que já foram testadas.

Em ciência, uma teoria é o melhor que consegue.

O que é evolução?

Uma definição básica de evolução...

“...evolução pode ser definida como uma mudança na frequência de alelos em um pool genético de uma geração para a outra.”

O que isto quer dizer?

- Evolução é uma mudança no número de vezes que genes específicos codificam para características específicas que ocorram em uma população onde há cruzamentos entre os indivíduos. Indivíduos não evoluam, populações sim.
- Não existe um melhoramento implícito na evolução

E daí?

- As coisas não mudam porque os organismos querem ou porque precisam (Lamarckismo)
- Não há diferença entre macro e micro evolução. Macroevolução é somente uma coleção de eventos microevolucionarias.

Problemas com as definições



- Parte do problema é que varias definições para evolução podem ser encontradas dentro e fora da comunidade científica. Isto confunde bastante os leigos.

Problemas com definições

"evolução: O processo gradual através do qual a diversidade atual de plantas e animais veio dos organismos mais antigas e primitivas, que se entende esta acontecendo durante os últimos 3000 milhões de anos."

-Oxford Concise Science Dictionary

" evolução: ...o desenvolvimento de uma espécie, organismo ou órgão do seu estado original ou primitivo para seu estado, presente ou especializado"

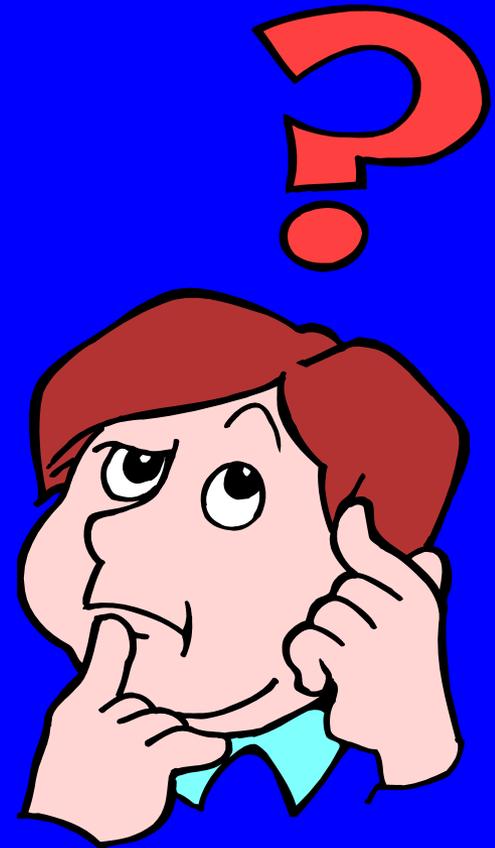
- Webster's

"evolução: ...a doutrina que explica que formas superiores de vida gradualmente surgiram de formas inferiores."

- Chambers

Problemas com definições

Alem de ser errados, estes definições podem criar problemas porque leigos discutem o assunto levando em conta tais definições.



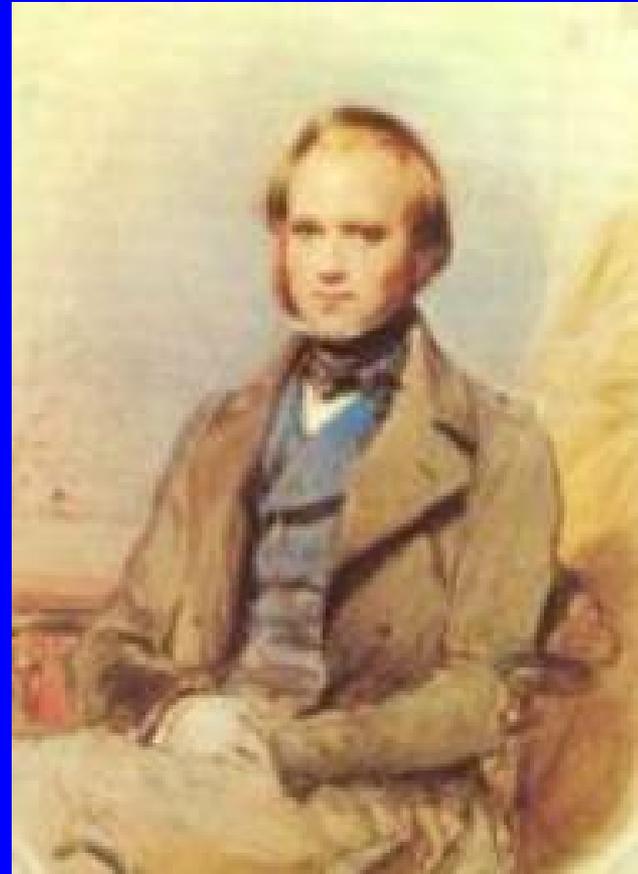
Uma historia breve da evolução

Charles Darwin nasceu em 12/02/1809 em Shrewsbury, Inglaterra.

De 1831 até 1836 Darwin serviu como naturalista a bordo do H.M.S. Beagle em uma expedição científica Britânica ao redor do mundo.

Ele observou bastante variação em espécies de plantas e animais relacionadas ou similares que foram isoladas geograficamente.

Estas observações foram a base para as suas ideias.



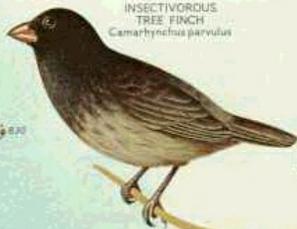
Animais que não havia em outro lugar



Galapagos – 1000 km do continente



DARWIN
CHILPEPPER



SMALL
INSECTIVOROUS
TREE FINCH
Camarhynchus parvulus

7800

WOLF
WENMAN



MEDIUM
INSECTIVOROUS
TREE FINCH
Camarhynchus pauper

LARGE
INSECTIVOROUS
TREE FINCH
Camarhynchus palliatus



PINTA
AMEGHINO

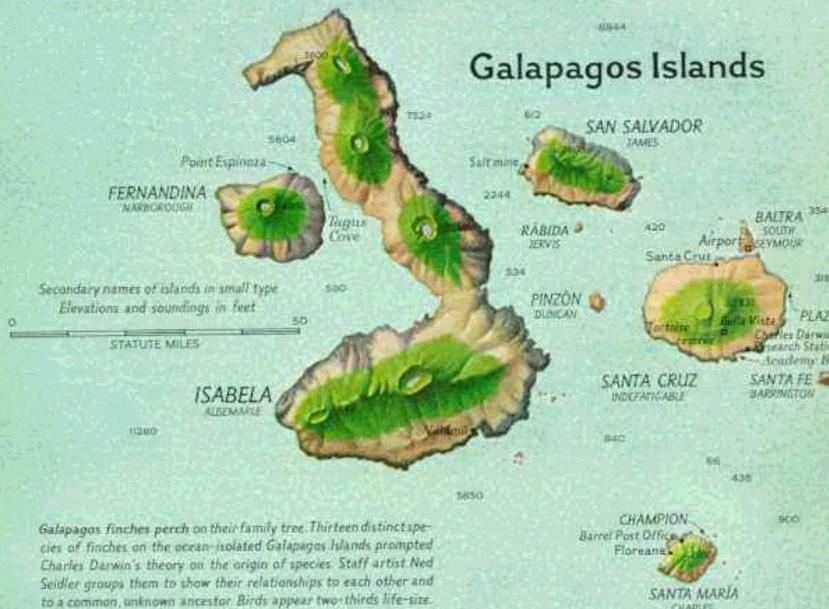


MARCHENA
BINKLEY

GENOVES
TOWER



Galapagos Islands

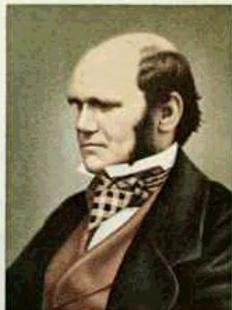


Galapagos finches perch on their family tree. Thirteen distinct species of finches on the ocean-isolated Galapagos Islands prompted Charles Darwin's theory on the origin of species. Staff artist Ned Seidler groups them to show their relationships to each other and to a common, unknown ancestor. Birds appear two-thirds life-size.

MANGROVE FINCH
Camarhynchus heliobates



WOODPECKER FINCH
Camarhynchus pallidus



CHARLES DARWIN (1809-1882)

LARGE
GROUND FINCH
Geospiza magnirostris



SMALL GROUND FINCH
Geospiza fuliginosa



MEDIUM
GROUND FINCH
Geospiza fortis

LARGE CACTUS
GROUND FINCH
Geospiza conirostris



CACTUS
GROUND FINCH
Geospiza scandens



VEGETARIAN
TREE FINCH
Camarhynchus crassirostris

SAN CRISTOBAL
CHATHAM



1980



ESPAÑOLA
HOOD

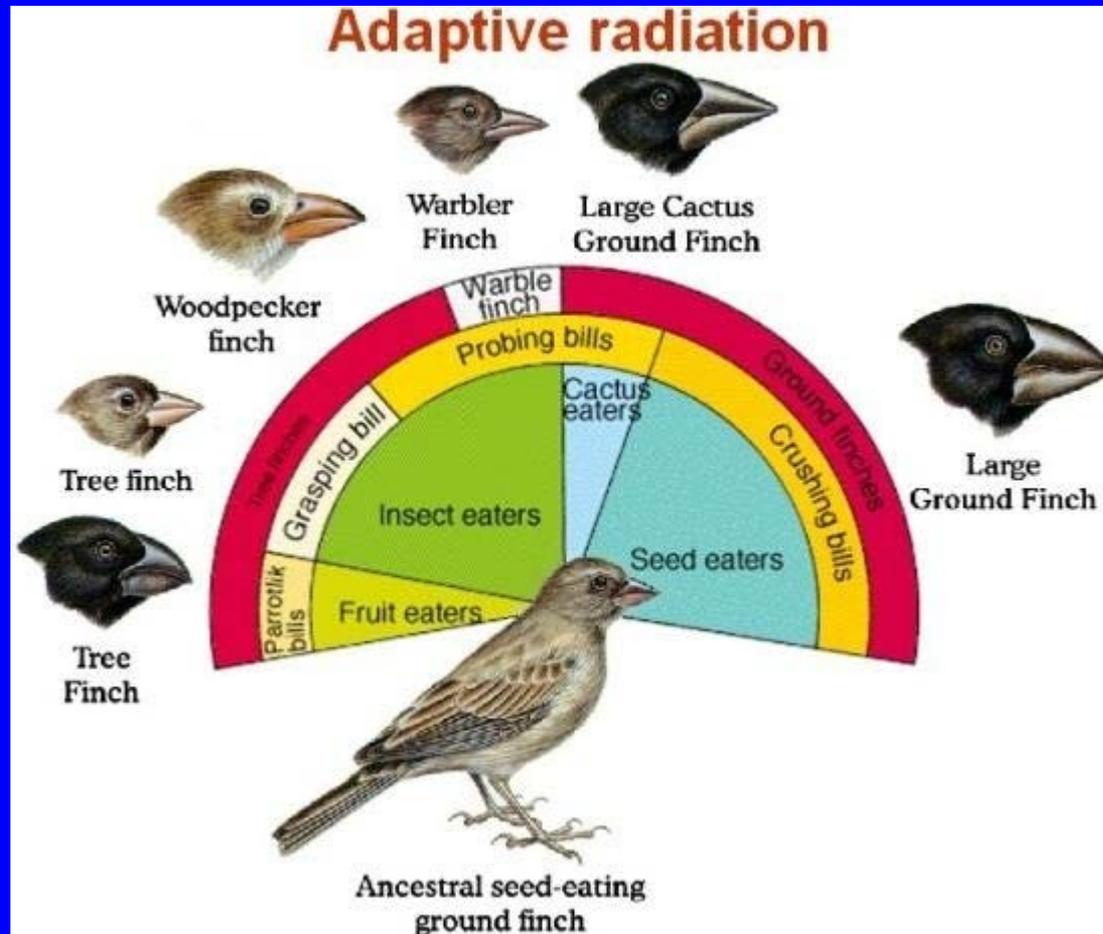
WARBLER FINCH
Certhidea olivacea

SHARP-BEAKED
GROUND FINCH
Geospiza difficilis



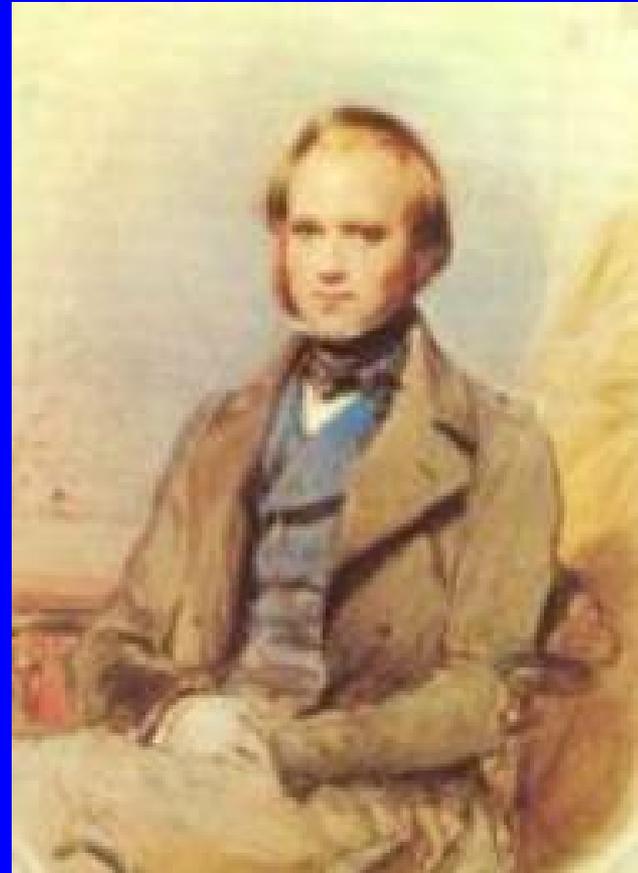
PAINTING BY STAFF ARTIST NED SEIDLER
RESEARCH BY DR. JOHANNES BRUNNEN
ILLUSTRATION AND DESIGN
© NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

Radiação adaptativa



Uma historia breve de evolução

Darwin não foi o primeiro de descrever o conceito da evolução, mas ele conseguiu explicar a força que dirija as mudanças.

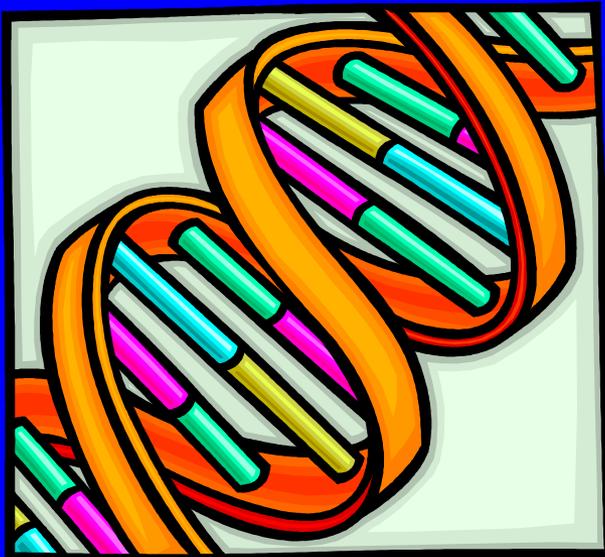


Darwin presumiu que populações de indivíduos mudaram durante o tempo e em 1844 ele desenvolveu o conceito da força que dirige a evolução. Somente muitos anos depois ele publicou a sua ideia.

“Estou chamando este princípio, através do qual cada pequena variação, se for útil, é preservado, pelo nome Seleção Natural.”

—Charles Darwin do "The Origin of Species",
1859

Seleção Natural



Darwin não sabia nada de genes, mas ele tinha dois observações e um pouco de inferência que forneceram a força motriz para a evolução.

Seleção Natural

Observação 1: Organismos geralmente produzem mais progênie do que podem sobreviver até a fase adulta.

Observação 2: Progênie não são idênticos. Há variação na sua aparências, tamanho e outras características.

Seleção Natural

Inferência: Aqueles organismos que são melhor adaptados ao seu ambiente tem maior probabilidade de sobreviver ate a fase adulta e passar as suas características ao seu progênie.

Survival of the "fittest."

Sobrevivência do mais apto

Dilemma do Darwin

Darwin hesito em publicar as suas teorias por causa das reações recebidas por autores de outros livros .

Se este livro for verdade, "religião é uma mentira, lei humano é besteira e injusto; moralidade é papo de bebum."

-Adam Sedgwick's resposta para o livro do Robert Chamber's 1844, *Vestiges of the Natural History of Creation*, no qual Chamber's deu entender que a criação orgânica foi resultado de leis naturais e não a intervenção do deus.

O dilema do Darwin

Uma carta que o Darwin recebeu em 18 de Junho de 1858 precipitou a publicação do *The Origin of Species*.

Alfred Russell Wallace, explorando em Ásia, chegou a mesma conclusão.

O dilema do Darwin

Darwin, procurando fazer a coisa certa organizou a leitura simultânea dos trabalhos dele e de Wallace frente ao Linnean Society.

Estas leituras foram recebidas com silêncio, então o Darwin publicou o texto completo das suas idéias.

...then it hit the fan.

“...me fala, é do lado do seu avô ou avó que que voce tem acendencia de macacos?”

-Bispo Samuel Wilberforce para um defensor do Darwin, Thomas Huxley

“Se perguntar se eu prefiro ter um miseravel macaco como avô ou um homem altamente favorecido pela natureza e com grandes posses e influencia e que usa estas vantagens meramente para introduzir o ridiculo em uma discussão científica importante, eu prefiro com certeza o macaco.”

-Resposta do Huxley

Em vida Darwin, ele foi reconhecido como um dos grandes mestres da ciência. Até a década de 1870 quase todas as cientistas sérias da Inglaterra aceitaram a evolução.

Observação e Inferência

Exemplo do processo de investigar evidencias para evolução ...

Pegadas de
dinossauros

Trecho recém
descoberto.

Responde a perguntas?



- Tamanho e natureza dos organismos?
- Pegadas feitas na mesma época?
- Quantas animais envolvidas?
- Pode reconstruir os eventos?

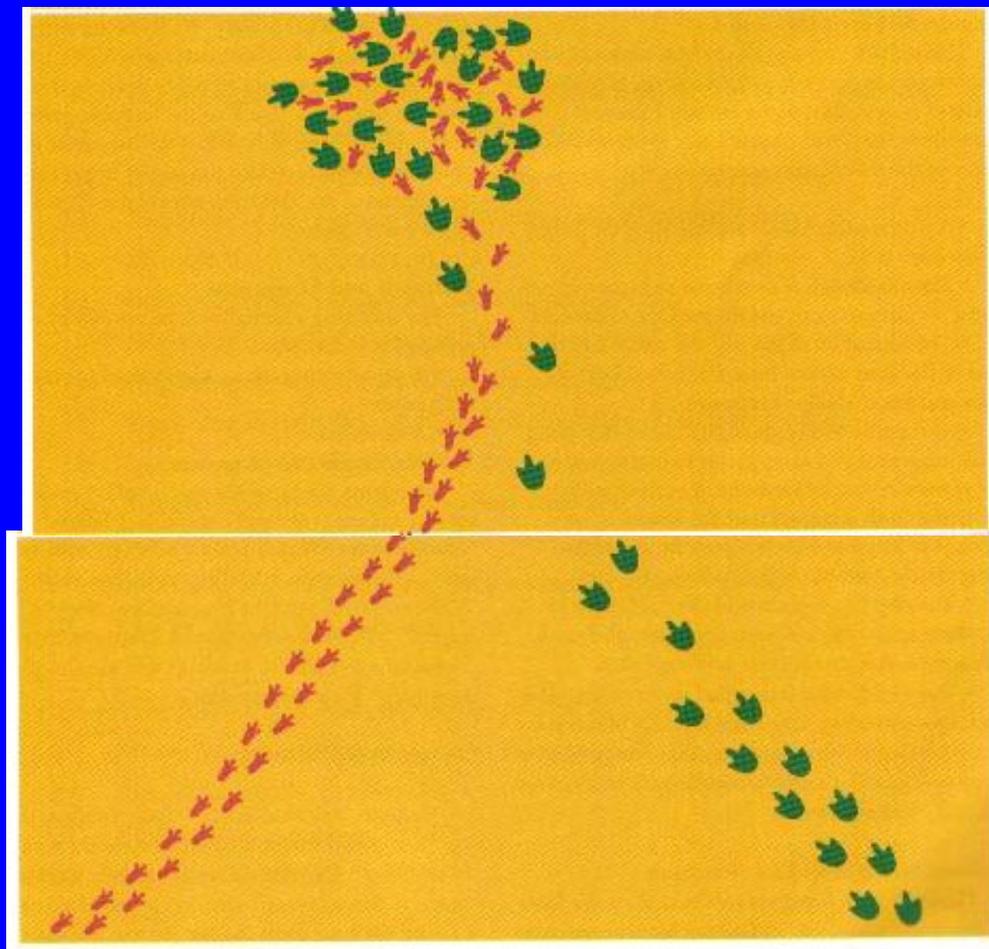


- Em que direção os animais andaram?
- Eles mudaram de direção ou velocidade?
- O solo era molhada ou seca?
- Em que tipo de pedra foram feitas as pegadas?

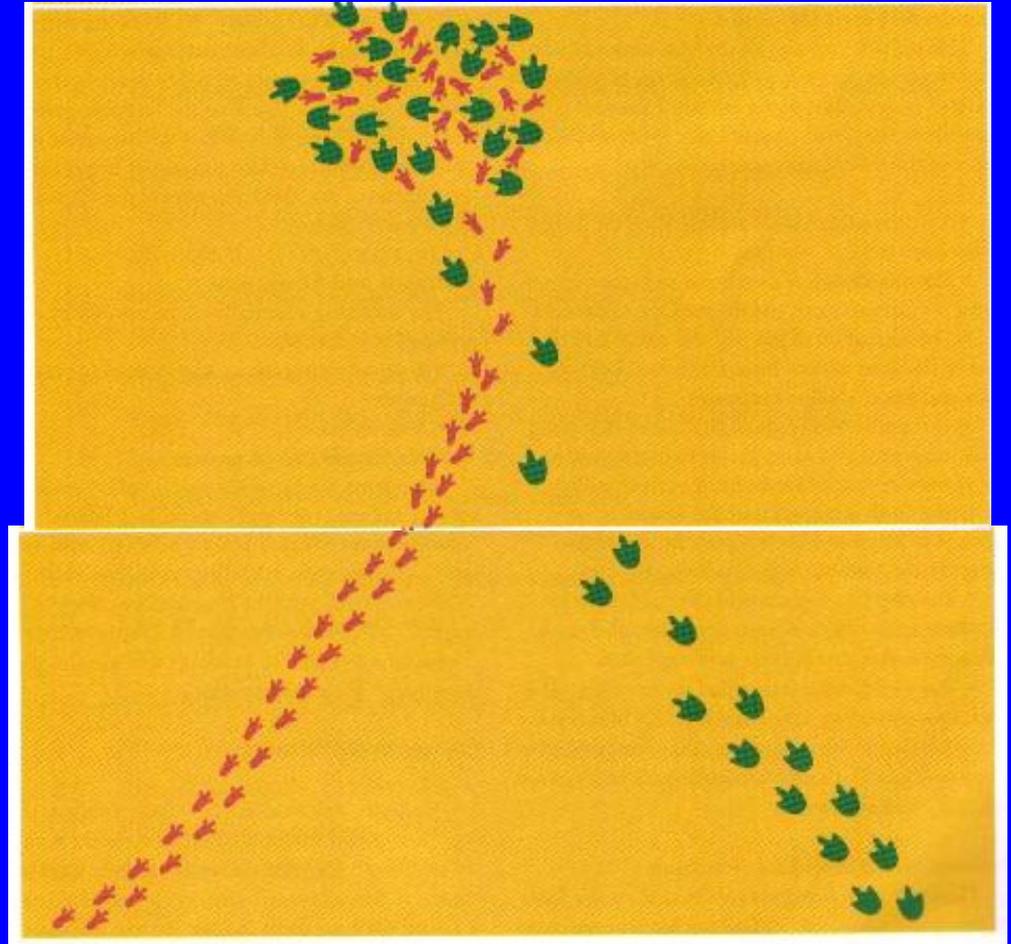


Área maior
desenterrada.

Quais informações
adicionais agora tem
que podem ajudar a
melhorar as repostas?

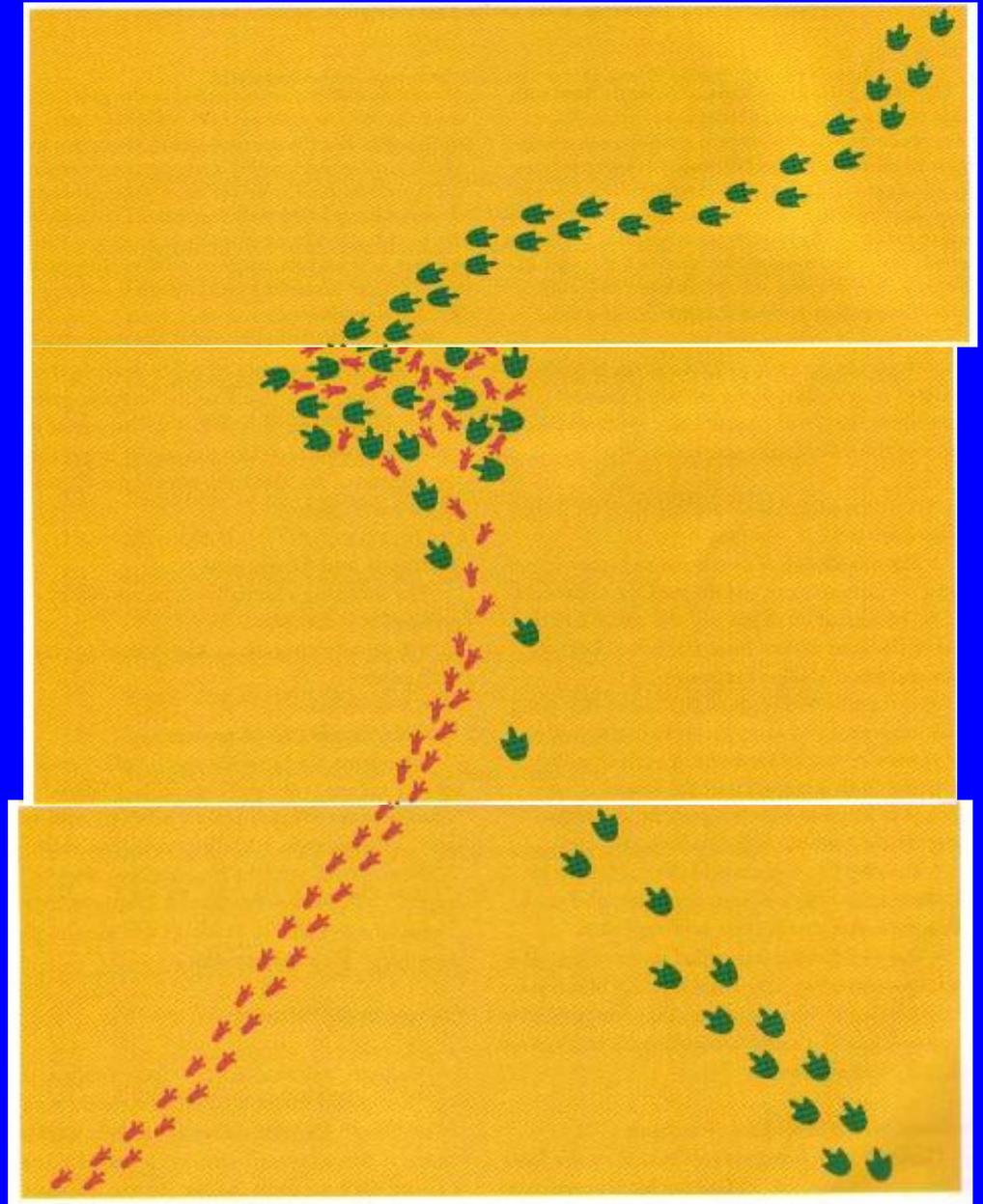


- Mudaram de velocidade ou direção?
- Tamanho e natureza dos organismos?
- Pegadas feitas na mesma época?
- Quantas animais envolvidas?
- Pode reconstruir os eventos?



No final da escavação,
uma ultima parte foi
revelada.

Mais informação para
ajudar com os
hipóteses?

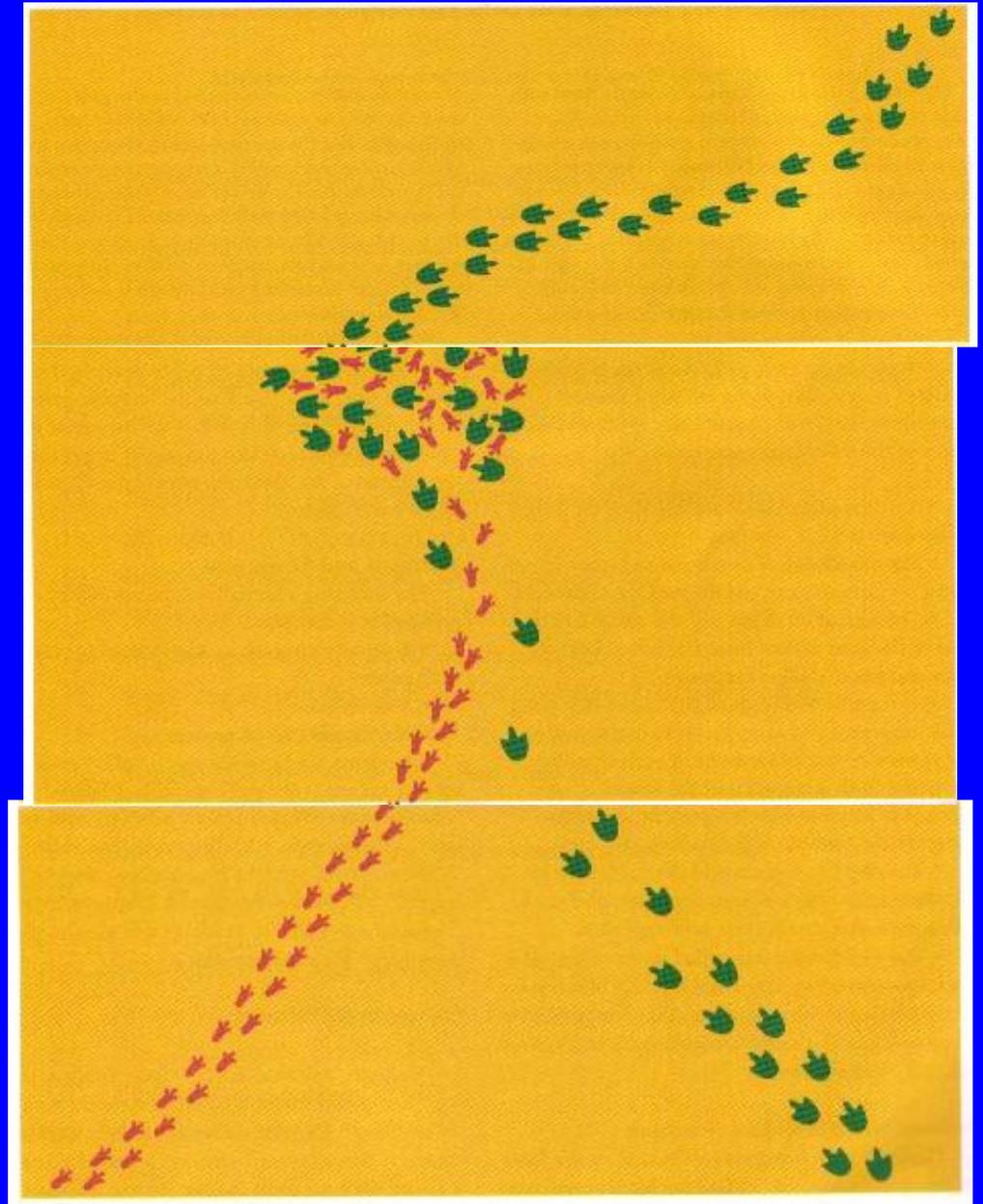


Então o que aconteceu?

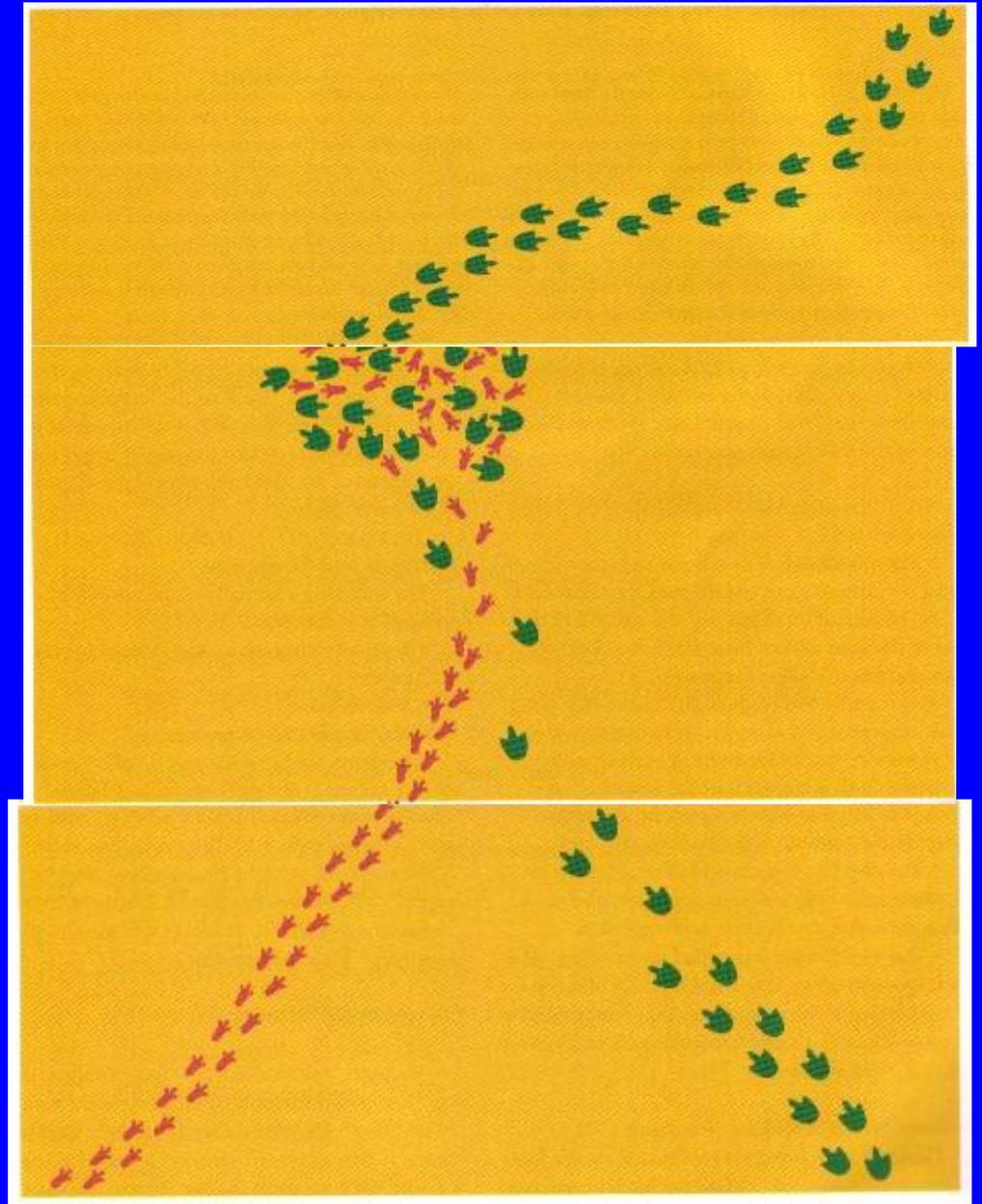
Qual parte do hipótese envolve observação?

Qual parte do hipótese envolve inferência?

Qual parte do hipótese envolve conjectura?



Assim é feito a ciência.



Porque evolução é considerado um “fato científica?”

- Um fato científico pode ser definido com uma teoria que foi confirmado repetidamente e nunca foi refutada.
- Evolução cabe nesta descrição, mas isto não quer dizer que novas evidências não podem refinar ou mudar a teoria. Ciência é um progressão e não um destino.

Evidencia realmente existe?

Muito!

Numerosos exemplos de descoberta de formas intermediarias esperadas, estudos de similaridade genética, e mapeamento molecular tem confirmada/apoiada a teoria.

- Não ha casos onde evolução foi comprovado como falso

Contexto ecológico da mudança

- Nicho ecologico
- Exemplo
- Temperatura
- Alimento
- Salinidade da agua
- Especie especializada ou generalista

Contexto ecológico da mudança

- Distribuição espacial – geográfico
- Biogeografia

Evolução

- Uma maneira de entender natureza
- Resolver problemas
- Nada faz sentido se não for a luz de evolução
- Fratricídio
- Comportamentos humanos
- Estruturas
- Doenças