

# Evolução

## conceitos e relevância

David De Jong  
Depto. de Genética  
FMRP-USP



# Classificar organismos?



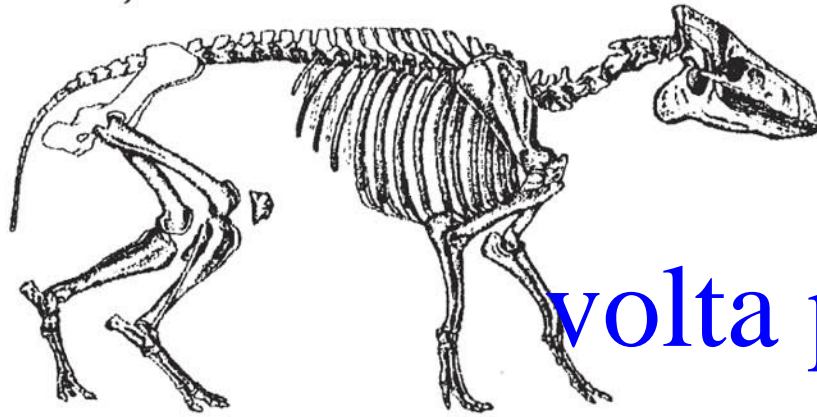




???

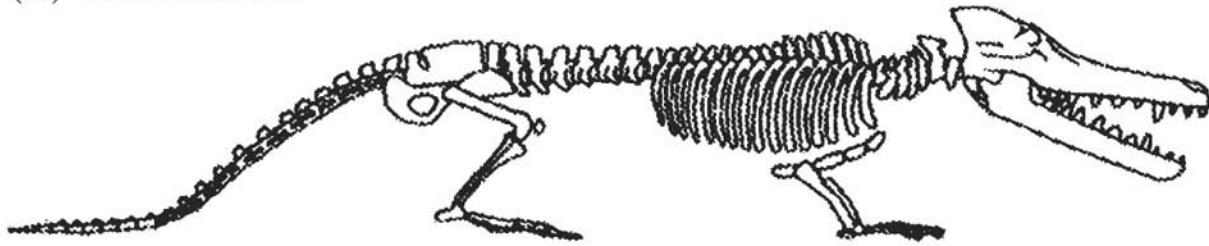


(A) *Elomeryx*

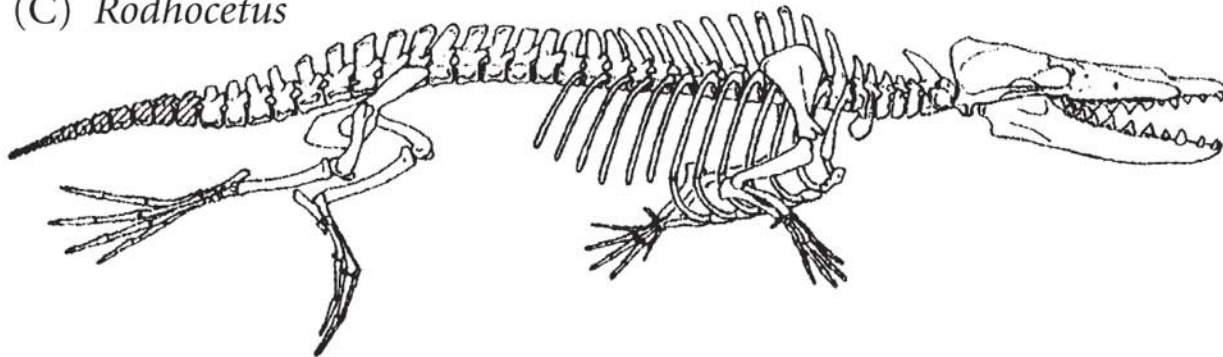


volta para o mar

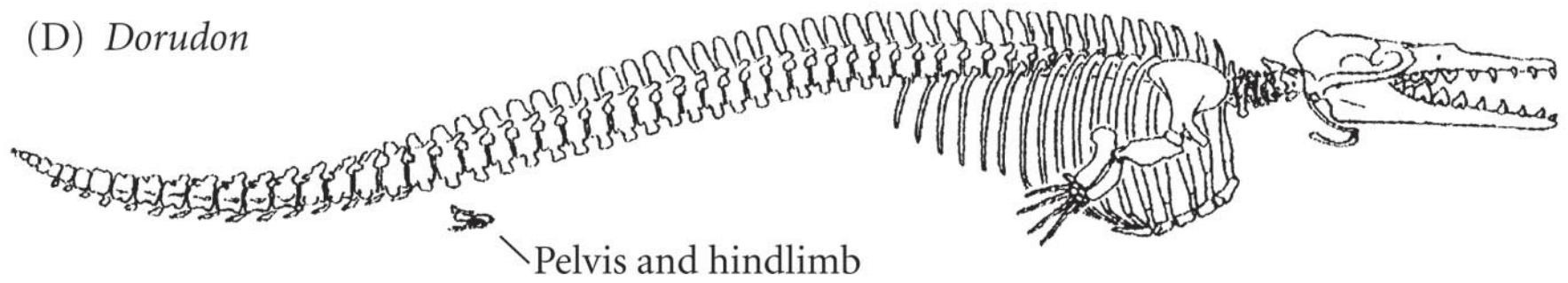
(B) *Ambulocetus*



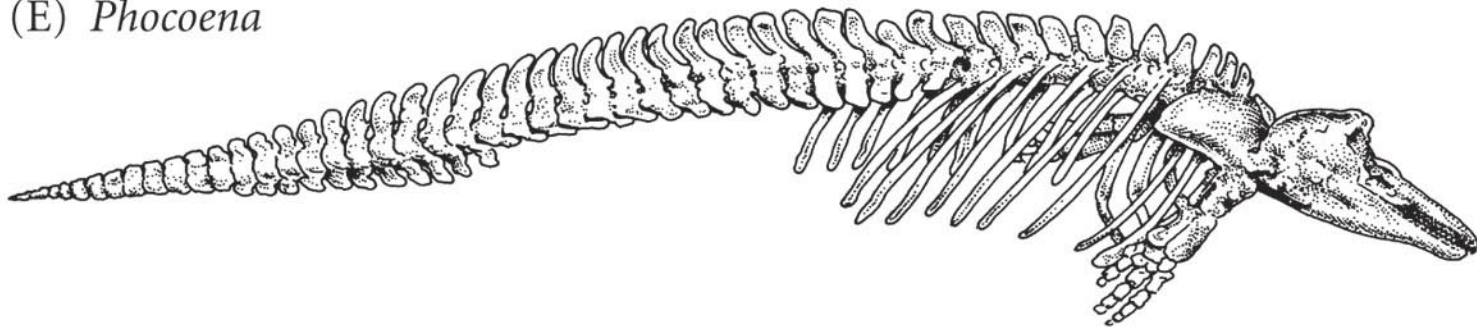
(C) *Rodhocetus*

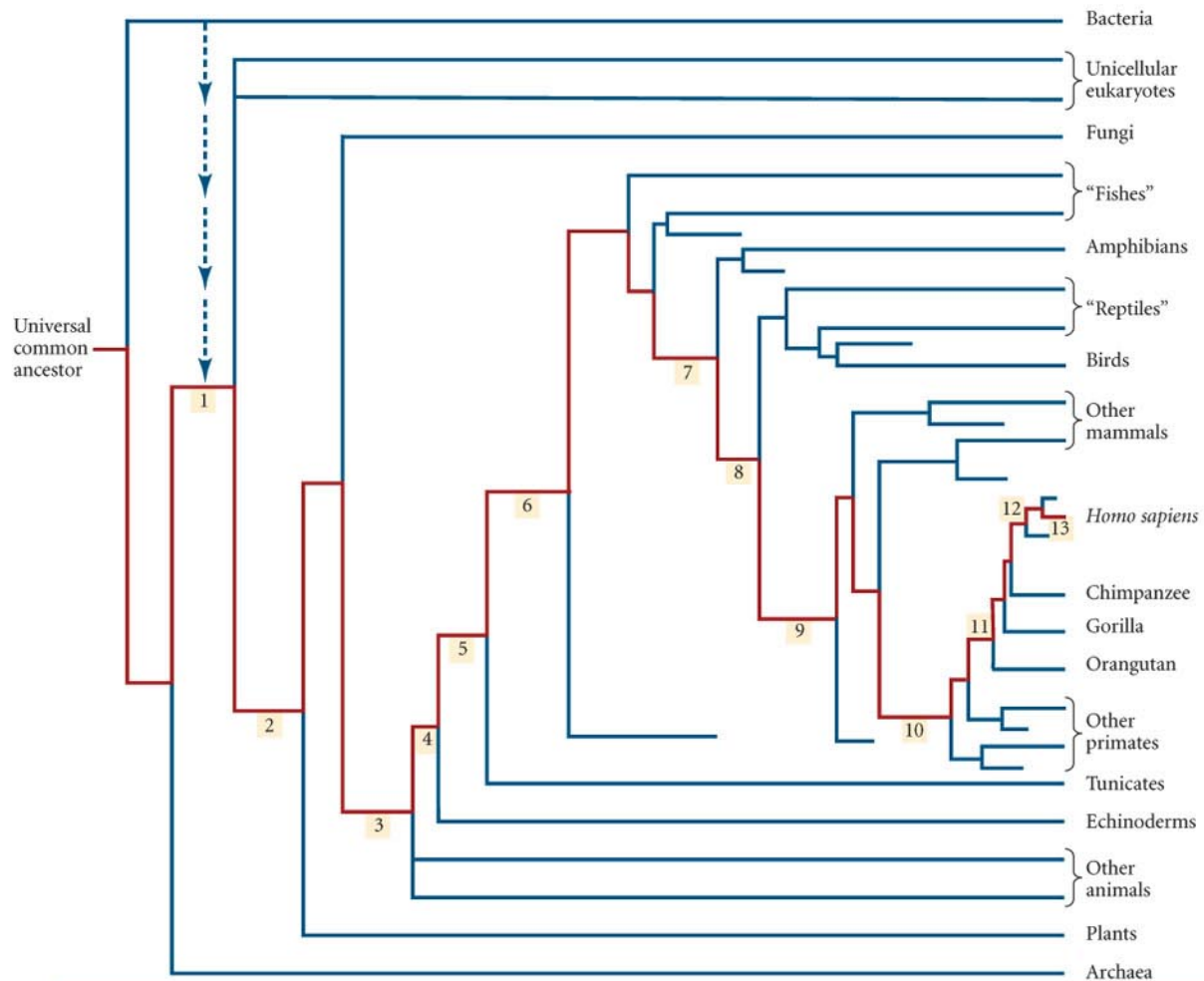


(D) *Dorudon*

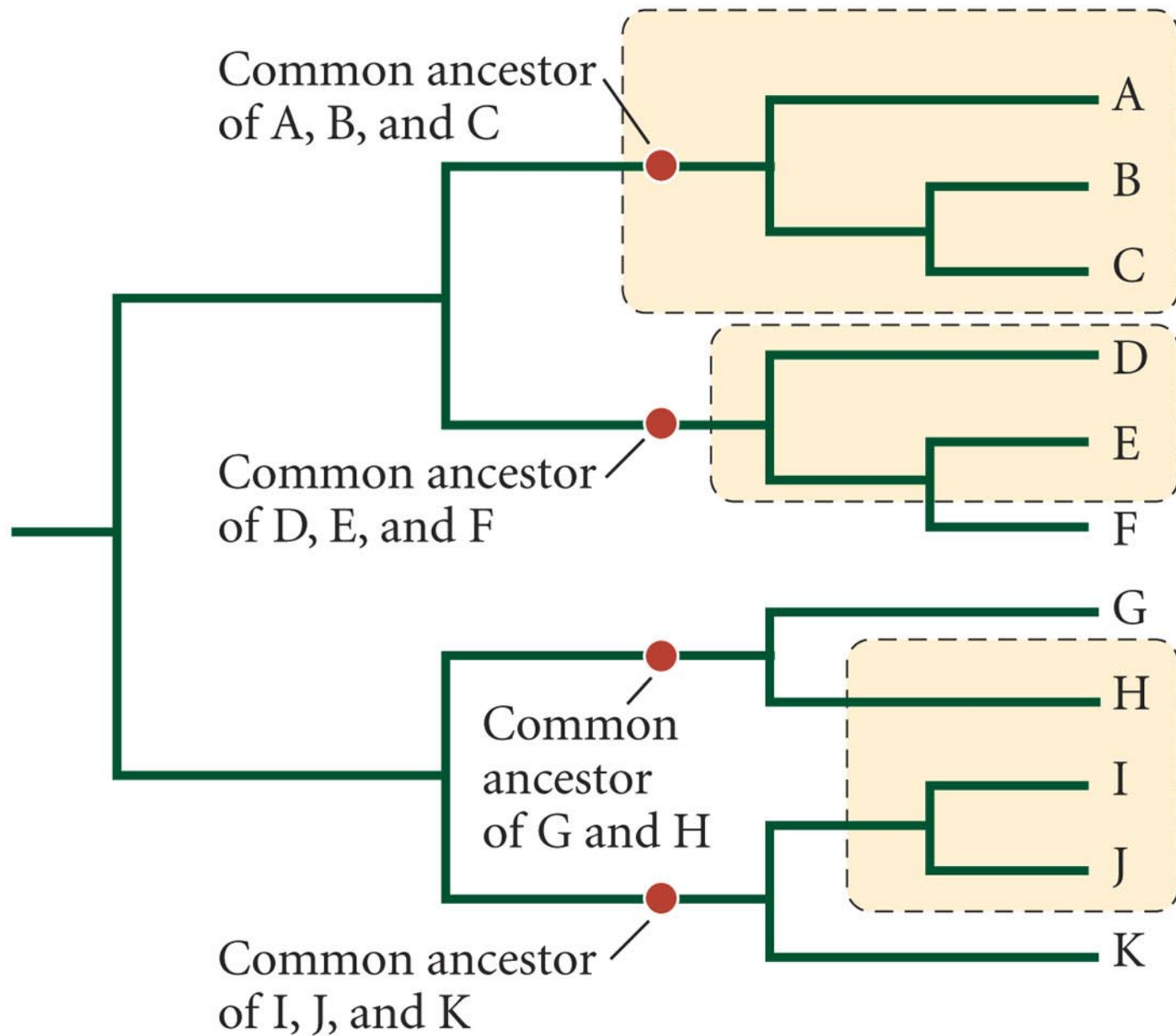


(E) *Phocoena*



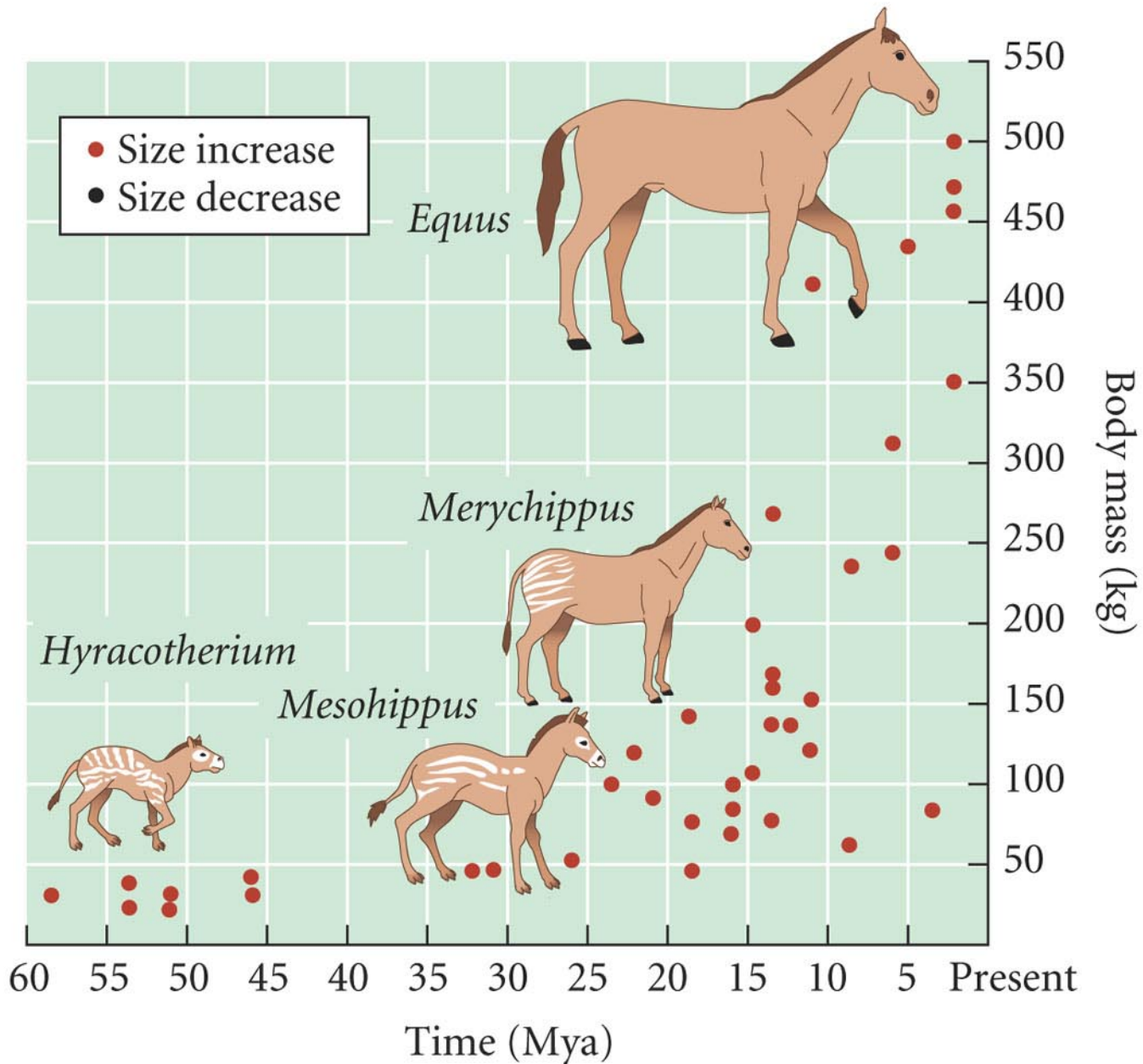


1. Origin of eukaryotes: a symbiotic bacterium becomes the mitochondrion.
2. Multicellularity evolves; cell and tissue differentiation
3. Animals: internal digestive cavity; muscles
4. Deuterostomes: embryonic blastopore develops into anus
5. Chordates: notochord; dorsal nerve cord
6. Vertebrates: bony 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



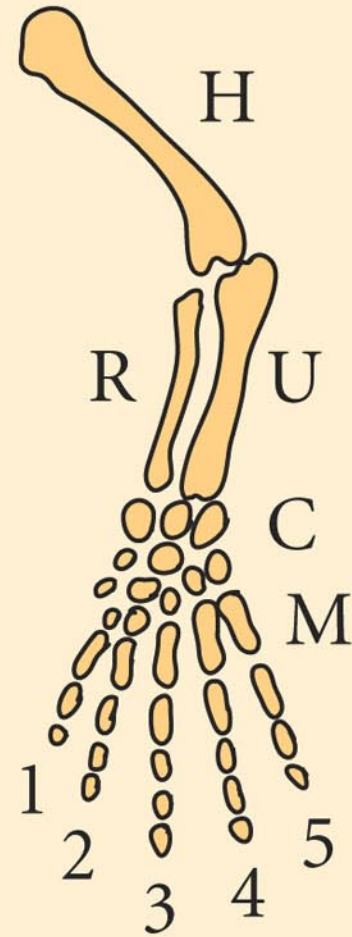


(A)



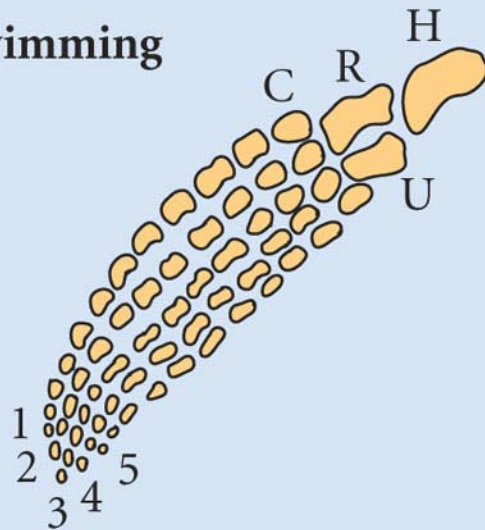
## Ancestral condition

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

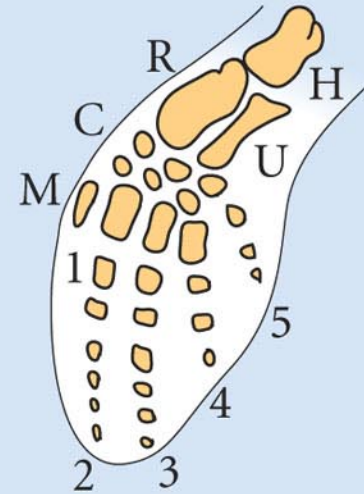


Early amphibian

Adapted for swimming



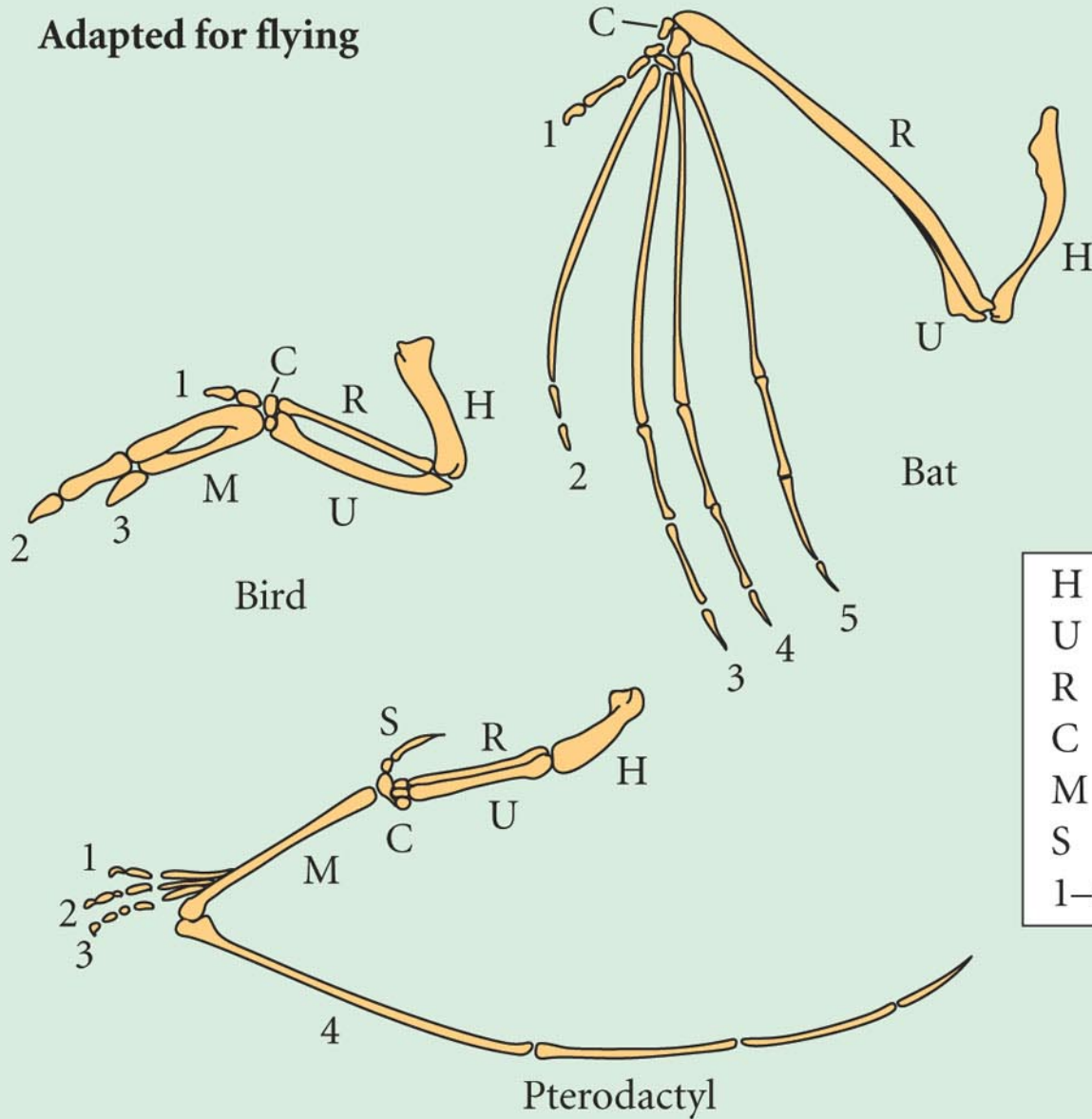
Ichthyosaur



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



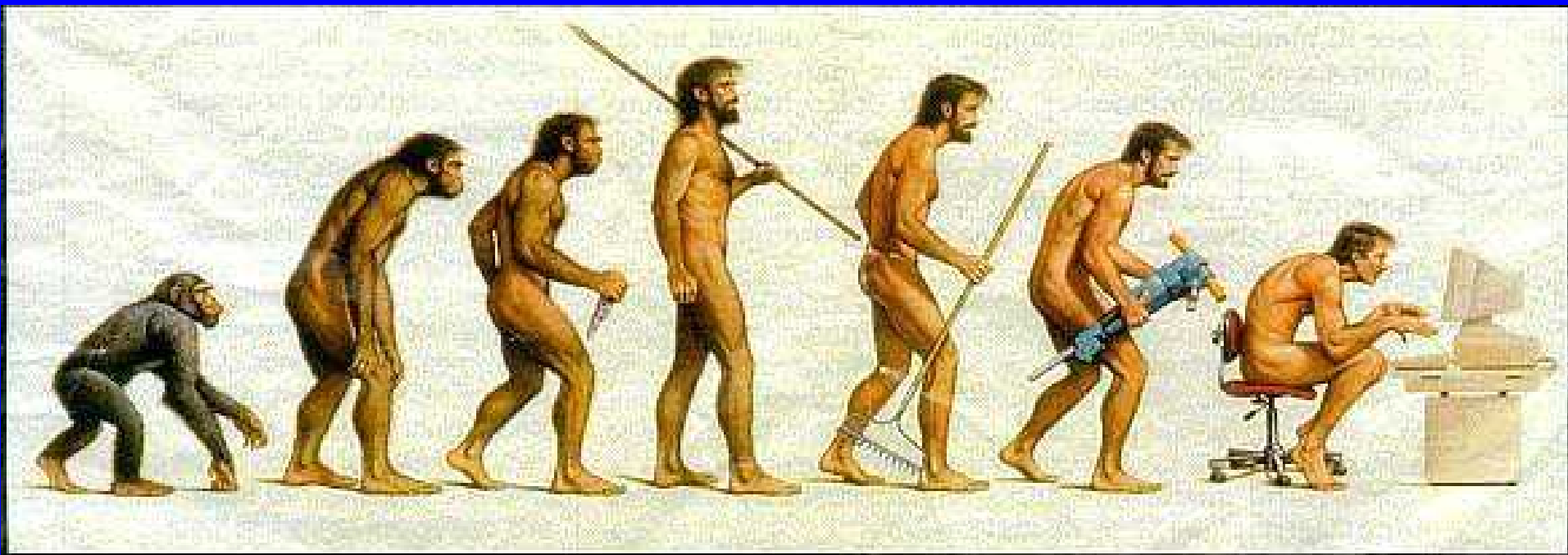
# Defesa contra abelha ladra



# 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
- Porem 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 —



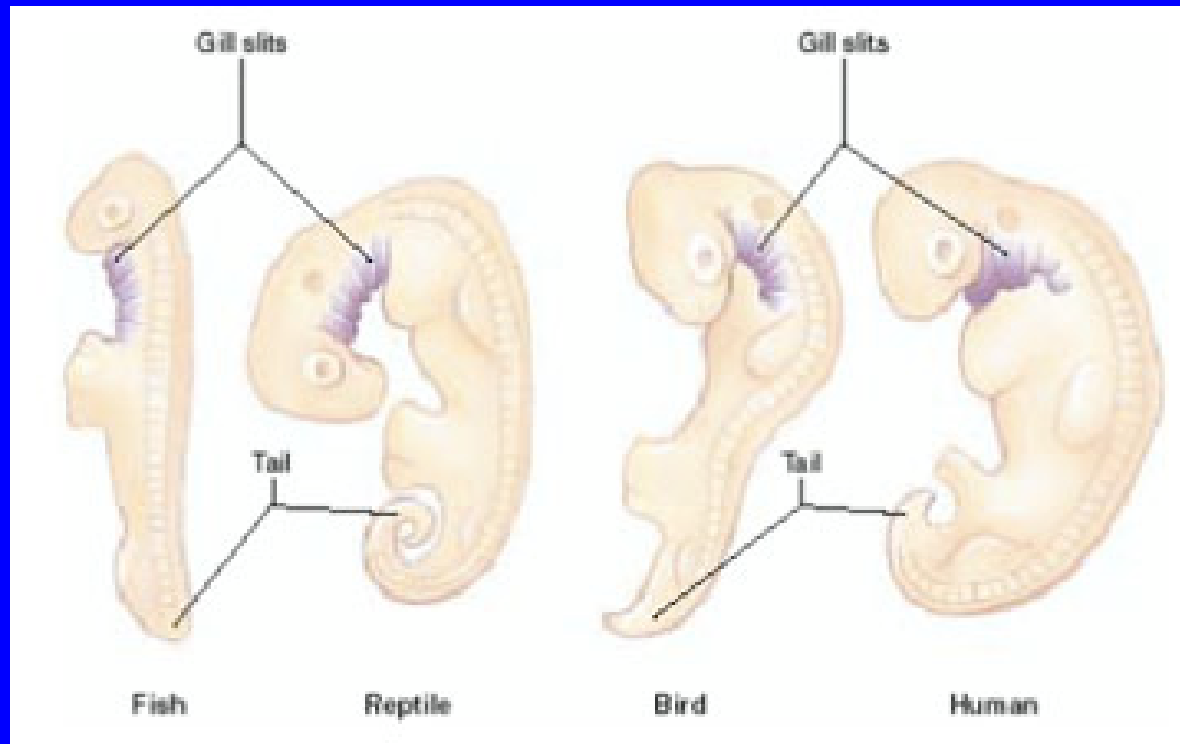


# Adaptações complexas?

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

# Estruturas vestigiais

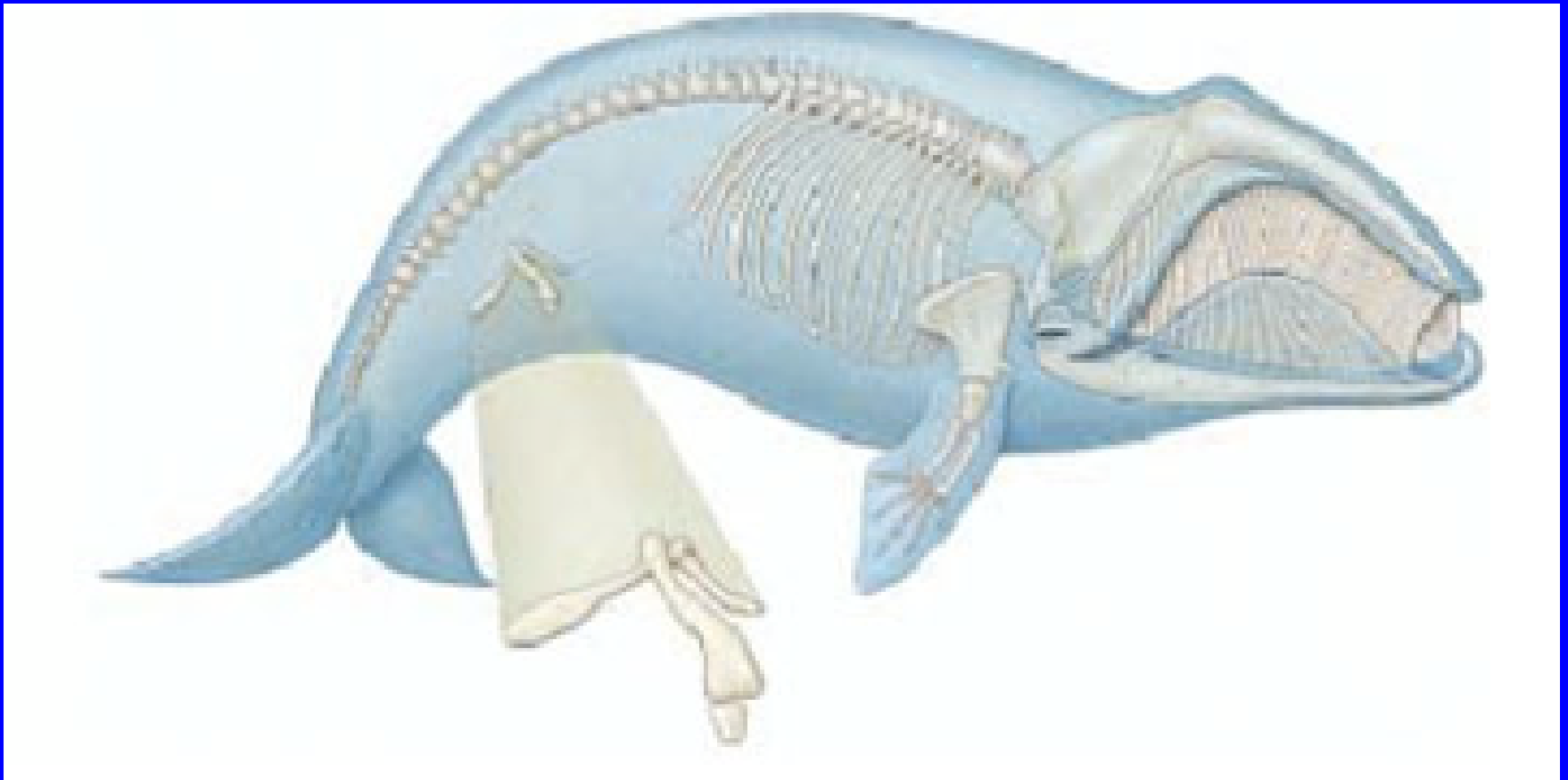
- Evolução explica
- Membranas entre dedos no embrião
- “Guelras” no embrião humano



# 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



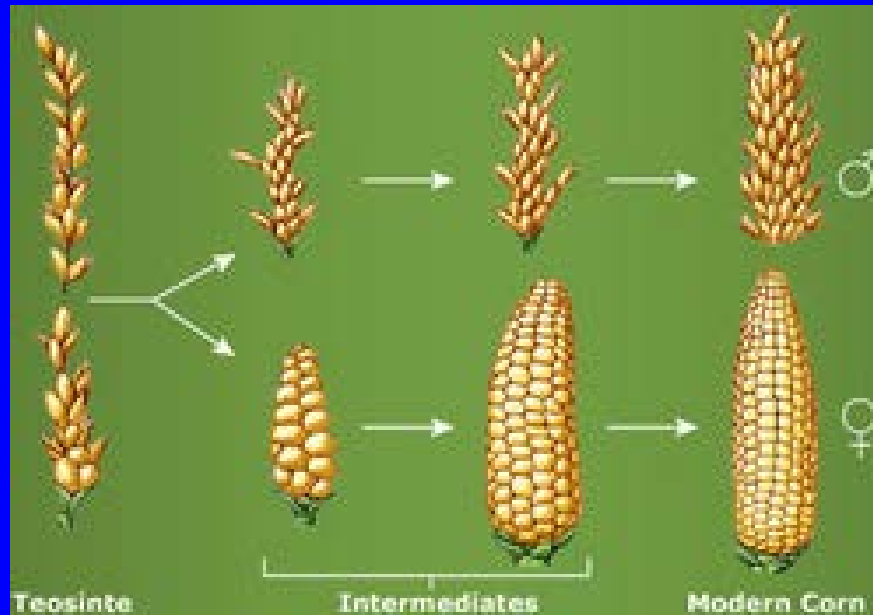
# Evidencia para evolução

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

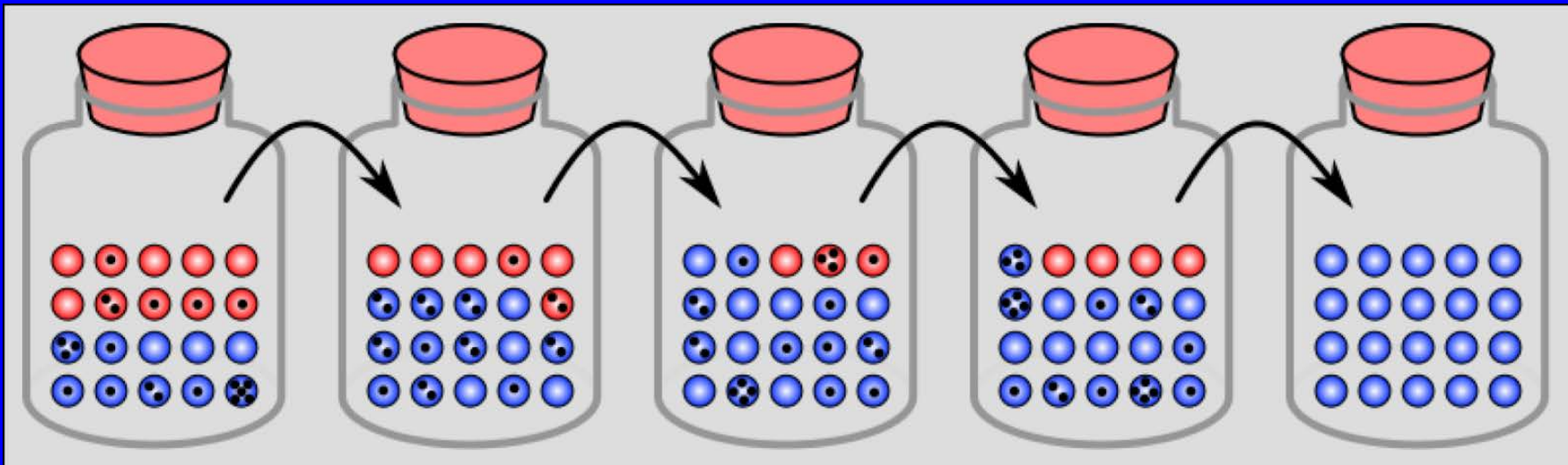
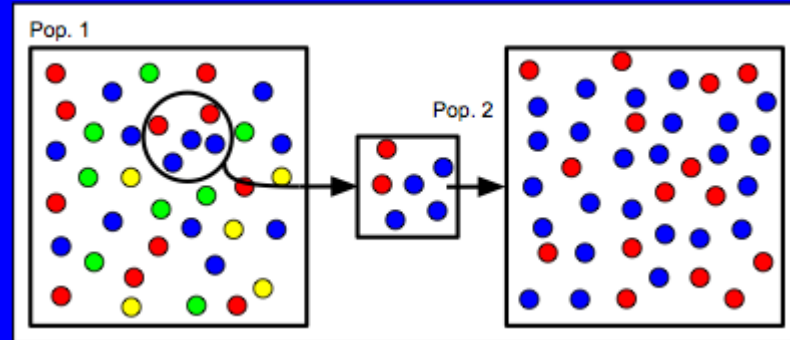
# Mutação e seleção



# Variação e seleção



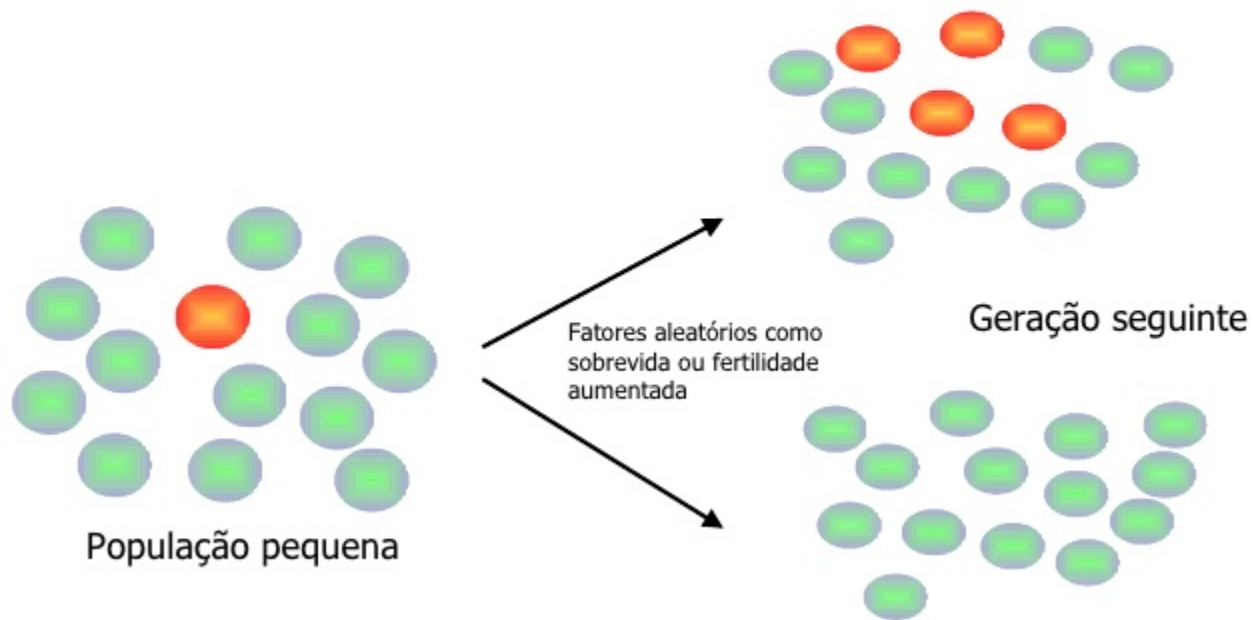
# Deriva genética



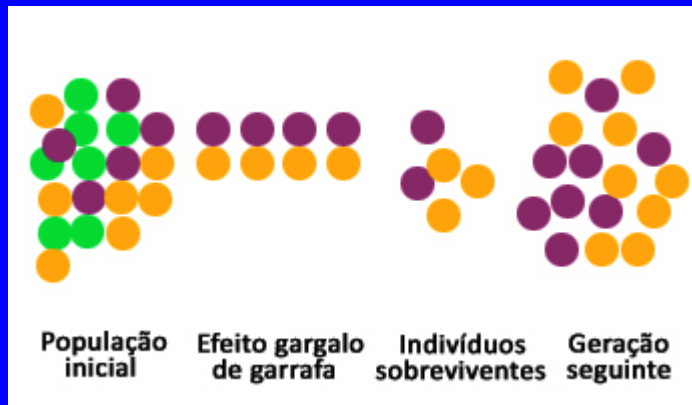
## Deriva Genética

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

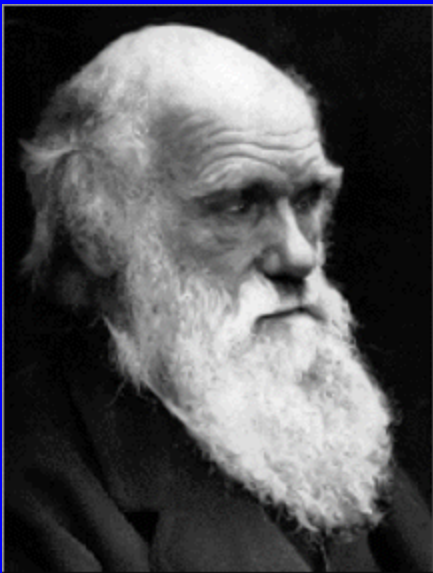
= flutuação da frequência alélica aleatória que opera em um pequeno pool de genes contido em uma população pequena.



# 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.”

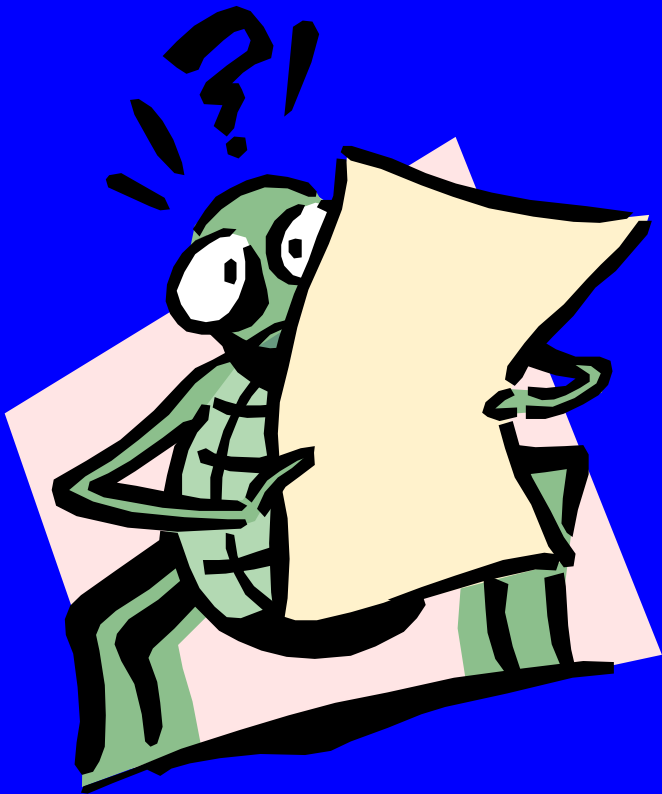
# O que isto quer dizer?

- 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"

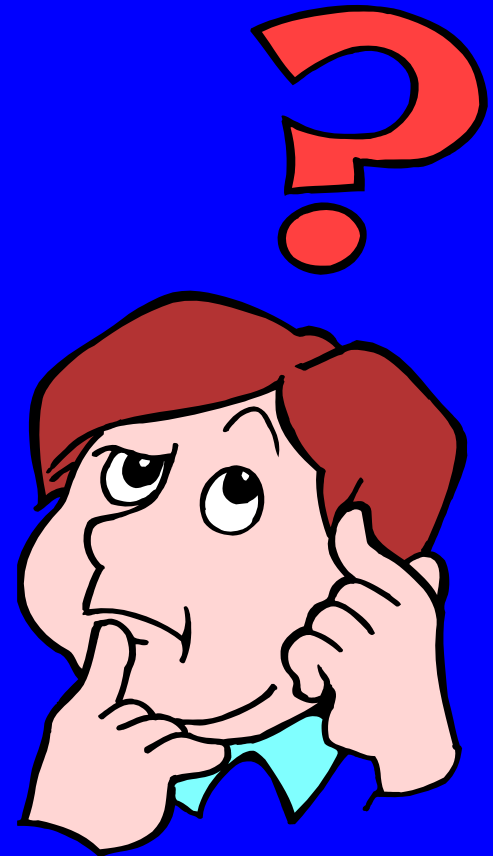
- Webster's

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

- Chambers

# Problemas com definições

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



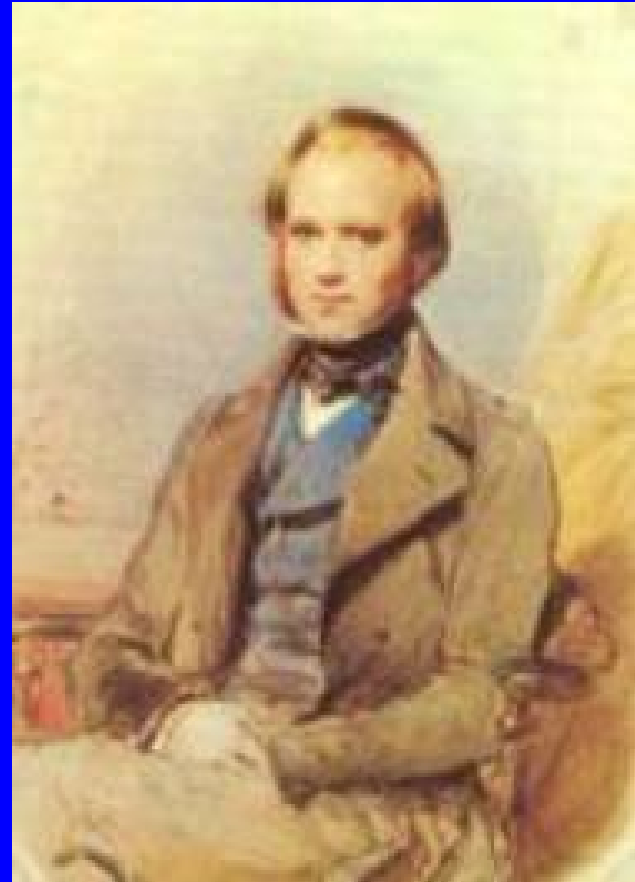
# Uma historia breve da evolução

**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 850



SMALL  
INSECTIVOROUS  
TREE FINCH  
*Camarhynchus parvulus*

7800  
WOLF  
WENMAN 830



MEDIUM  
INSECTIVOROUS  
TREE FINCH  
*Camarhynchus pauper*

LARGE  
INSECTIVOROUS  
TREE FINCH  
*Camarhynchus palliata*



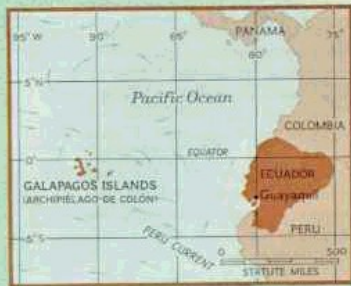
PINTA  
ARINDICIN 2500



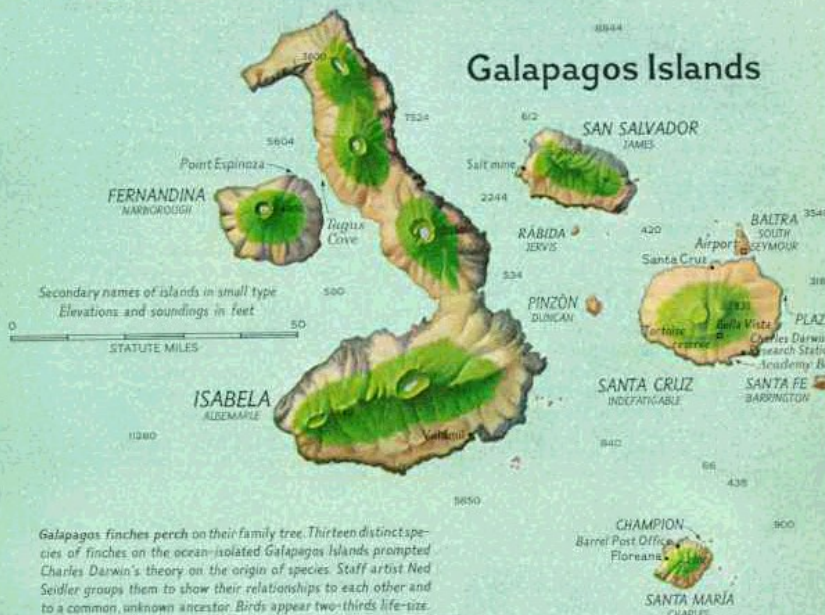
MARCHENA  
BINDLE 3024



GENOVES  
TOWER 710



## Galapagos Islands

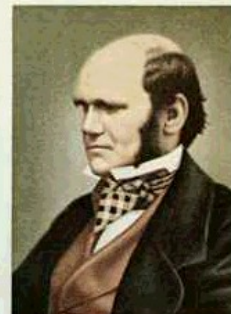


Galapagos finches perch on their family tree. Thirteen distinct species of finches on the ocean-isolated Galapagos Islands prompted Charles Darwin's theory on the origin of species. Staff artist Ned Seidler groups them to show their relationships to each other and to a common, unknown ancestor. Birds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

MANGROVE FINCH  
*Camarhynchus heliobates*



WOODPECKER FINCH  
*Camarhynchus pallidus*



CHARLES DARWIN (1809-1882)

LARGE  
GROUND FINCH  
*Geospiza magnirostris*



MEDIUM  
GROUND FINCH  
*Geospiza fortis*



SMALL GROUND FINCH  
*Geospiza fuliginosa*

LARGE CACTUS  
GROUND FINCH  
*Geospiza conirostris*



CACTUS  
GROUND FINCH  
*Geospiza scandens*



VEGETARIAN  
TREE FINCH  
*Camarhynchus crassirostris*

SAN CRISTOBAL  
CHATHAM



1980



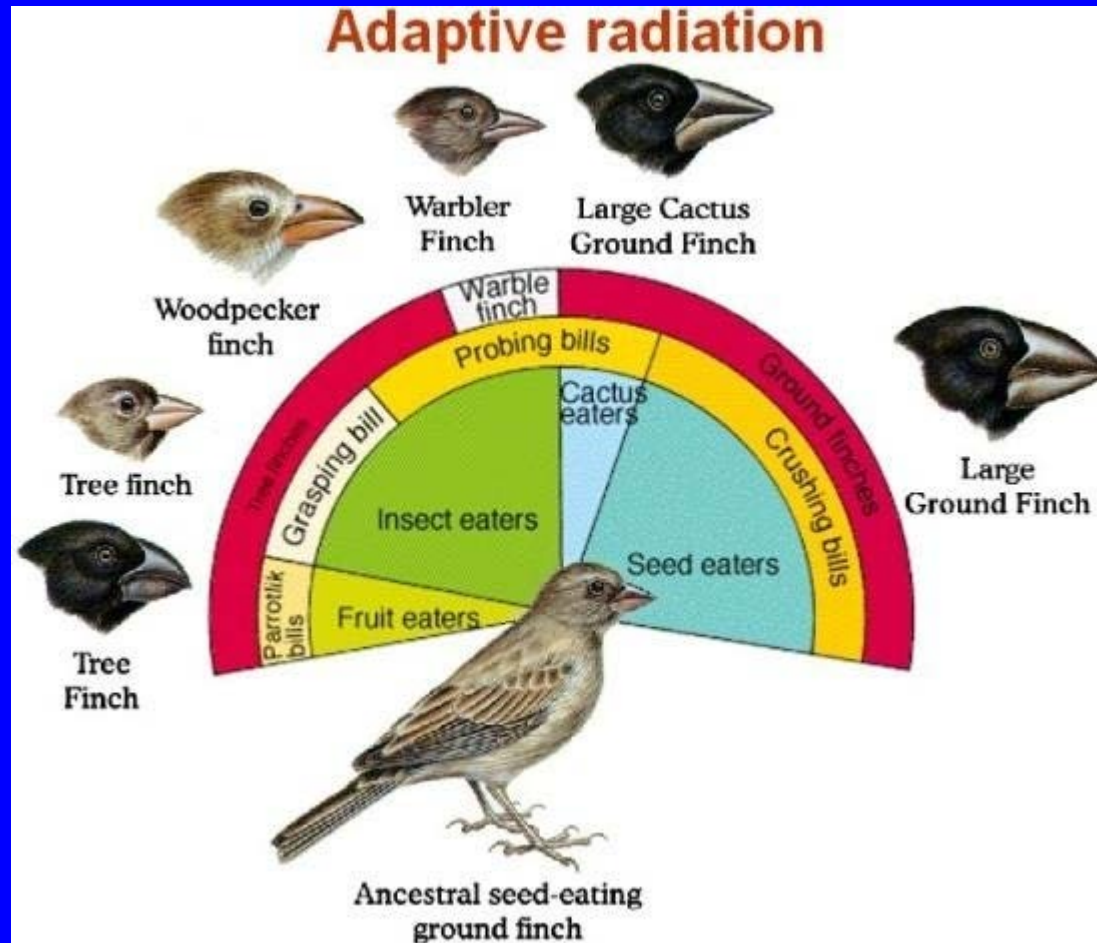
ESPAÑOLA  
HOOD

WARBLER FINCH  
*Certhidea olivacea*

SHARP-BEAKED  
GROUND FINCH  
*Geospiza difficilis*

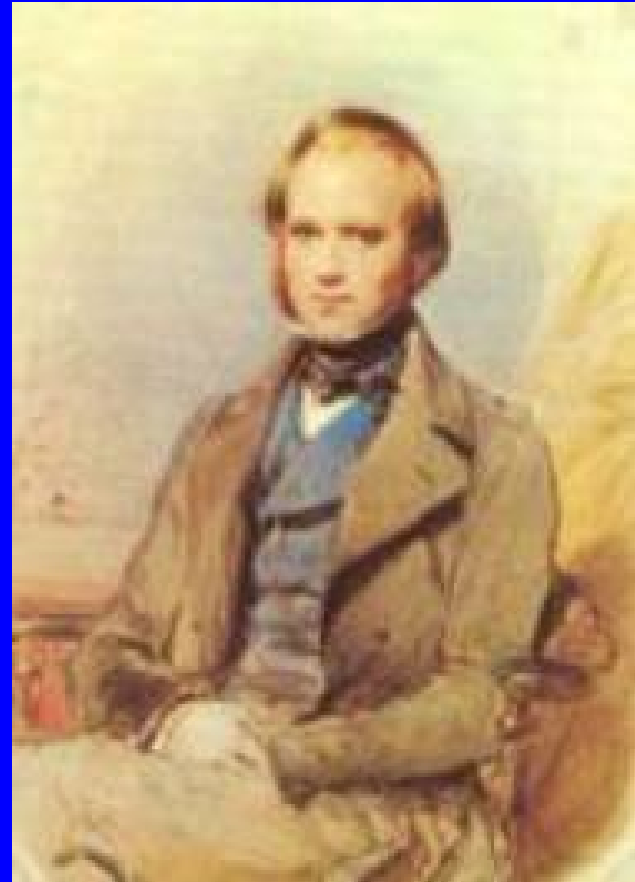
PAINTING BY STAFF ARTIST NED SEIDLER  
RESEARCH BY JOE BIRNBAUM  
ILLUSTRATION AND DESIGN  
© NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

# 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.



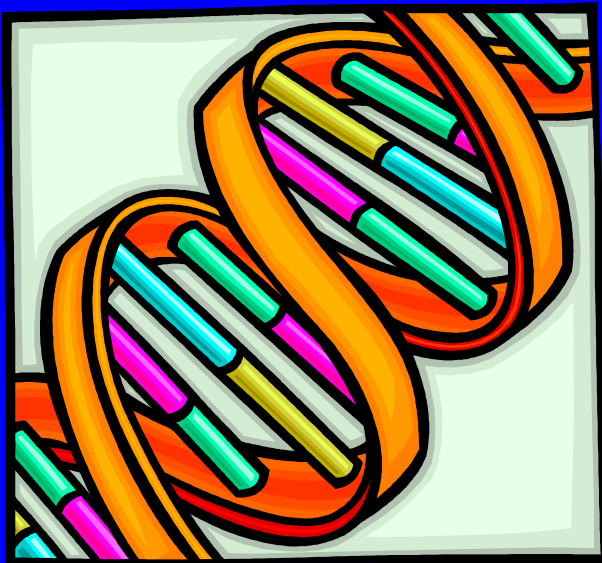


Darwin presumiu que populações de indivíduos mudaram durante o tempo e em 1844 ele desenvolveu o conceito da força que dirige a evolução. Somente muitos anos depois ele publicou a sua ideia.

**“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 evidências 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?

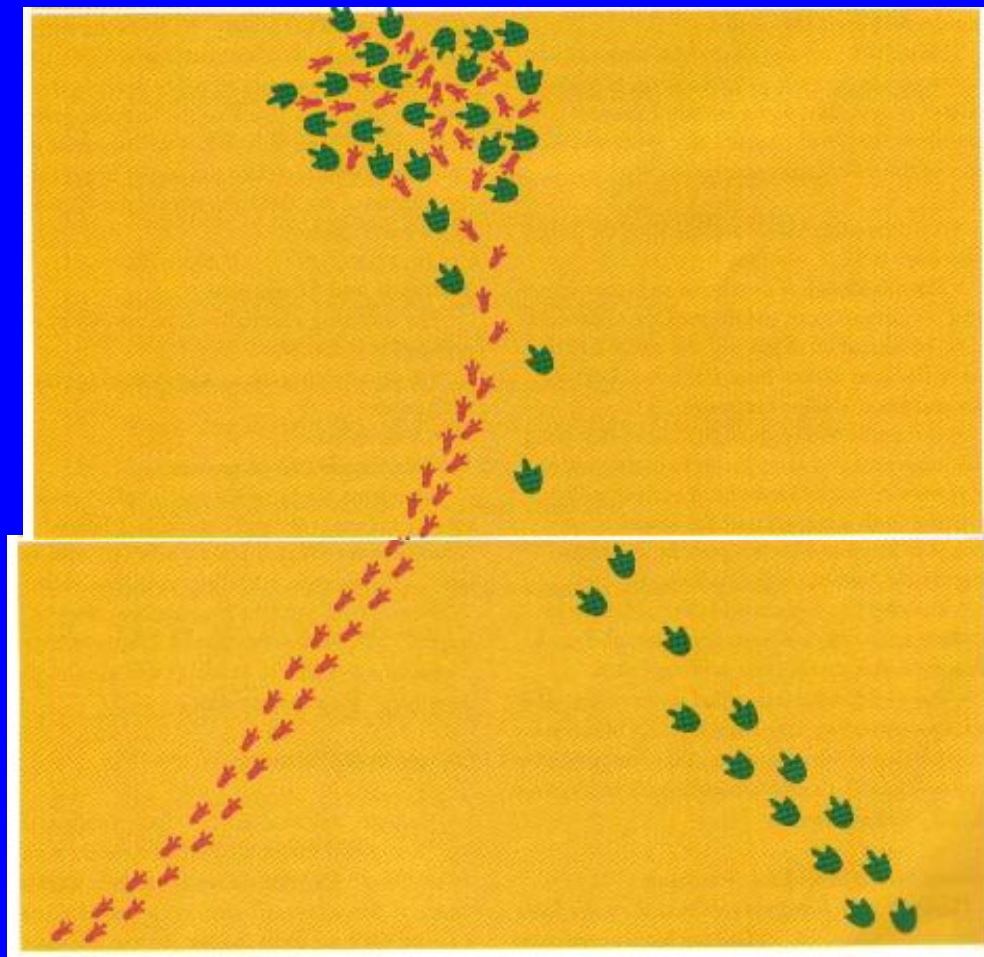


- Em que direção os animais andaram?
- Eles mudaram de direção ou velocidade?
- O solo era molhada ou seca?
- Em que tipo de pedra foram feitas as pegadas?



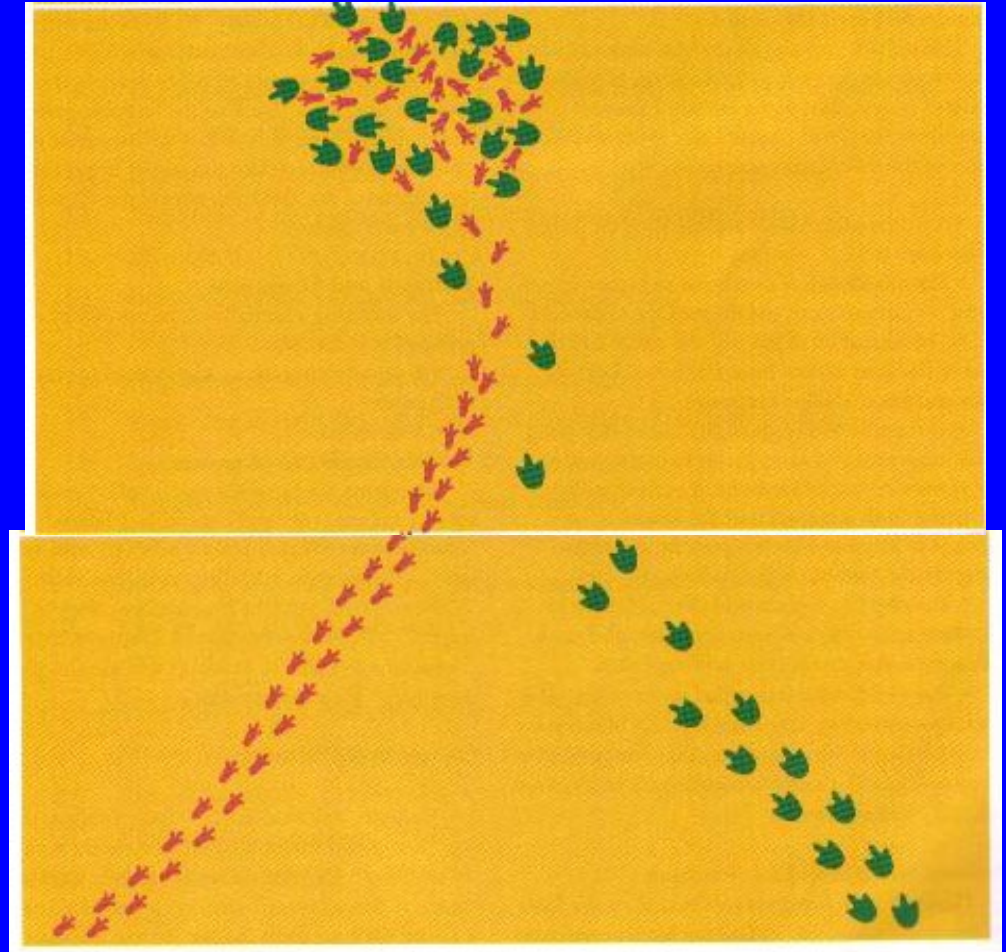
Área maior  
desenterrada.

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



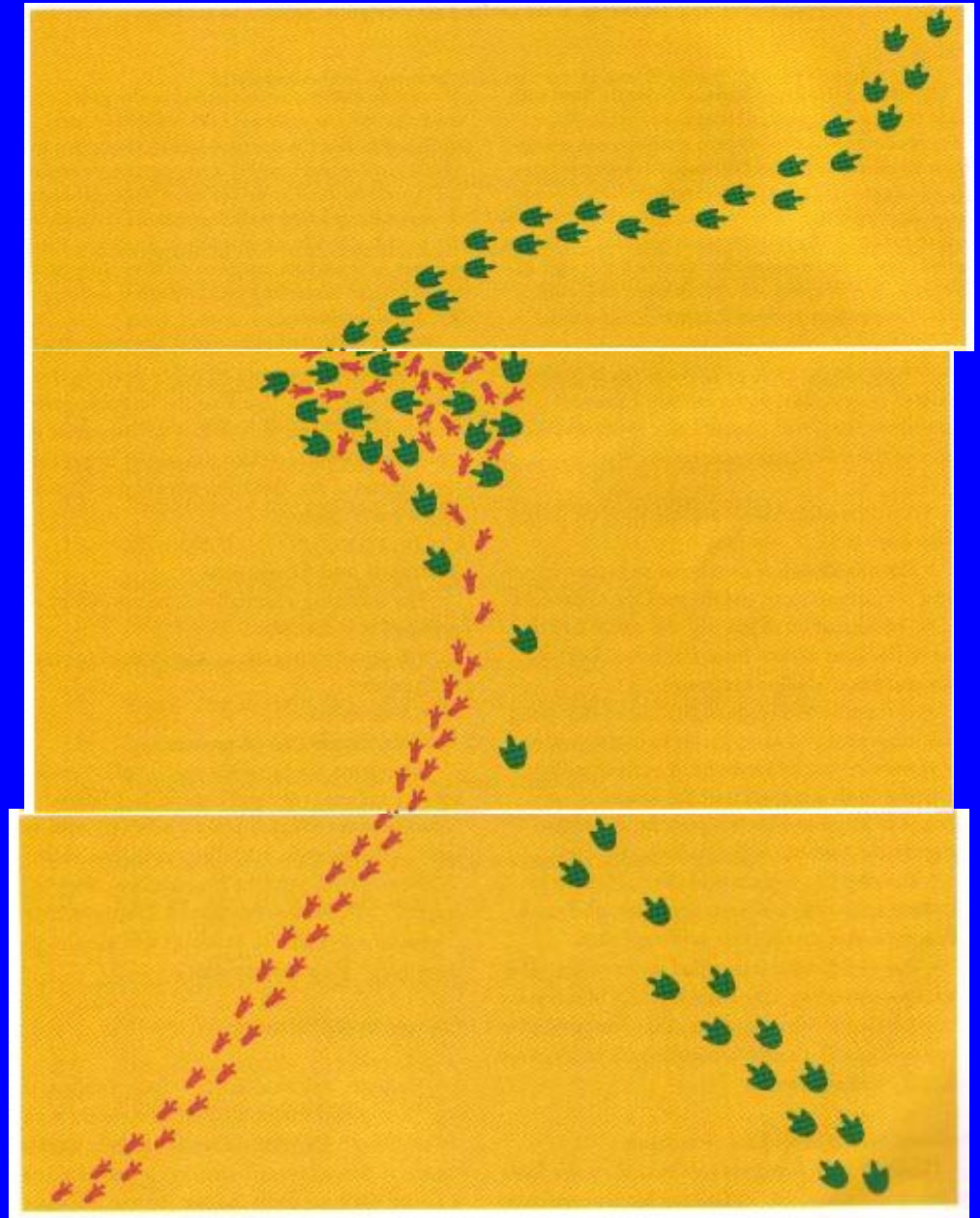


- Mudaram de velocidade ou direção?
- Tamanho e natureza dos organismos?
- Pegadas feitas na mesma época?
- Quantas animais envolvidas?
- Pode reconstruir os eventos?



No final da escavação,  
uma ultima parte foi  
revelada.

Mais informação para  
ajudar com os  
hipóteses?



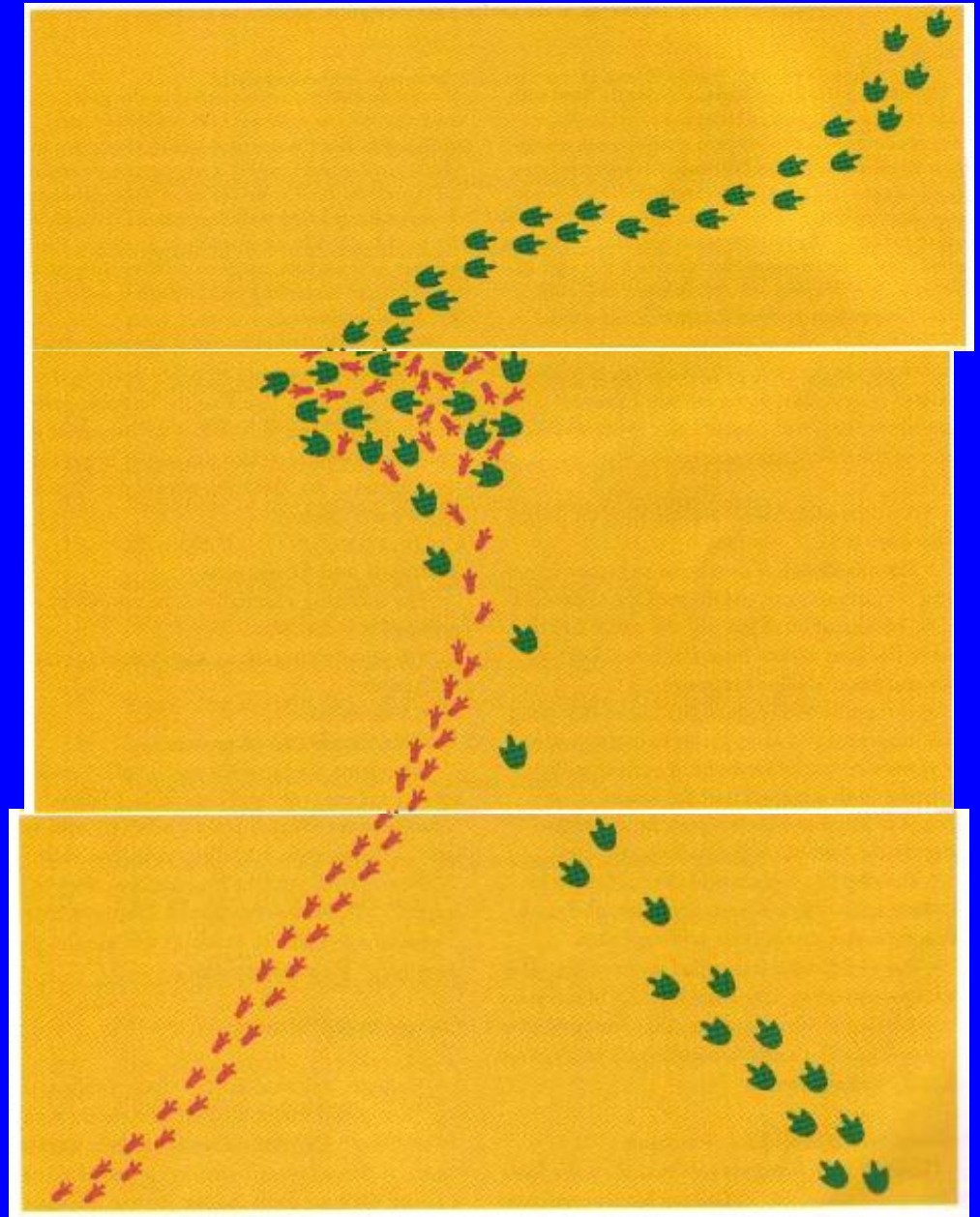


Então o que aconteceu?

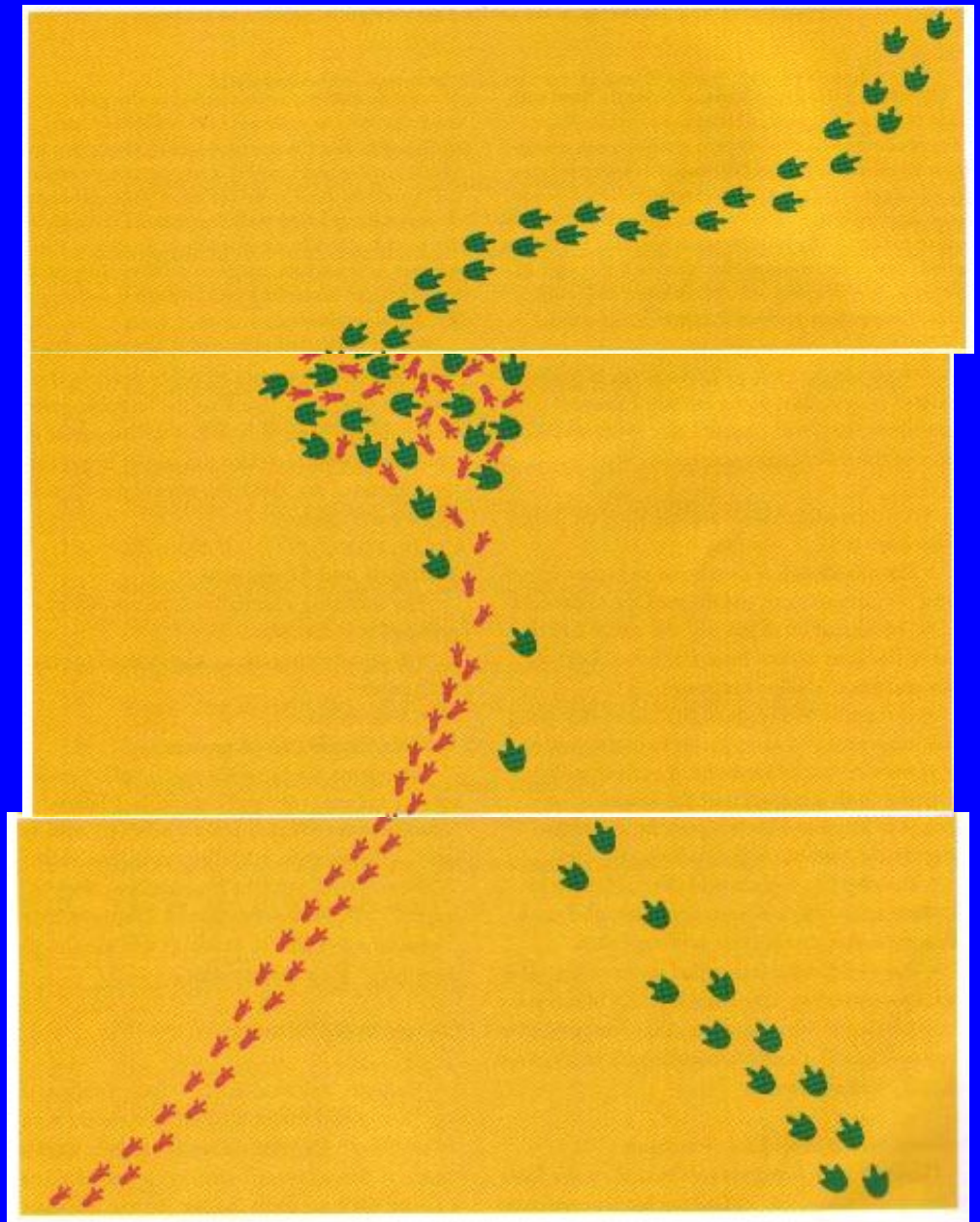
Qual parte do hipótese envolve observação?

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