



Introdução à análises de Seleção Natural usando dados moleculares

1

Palestrante: Felipe André Silva

Contato: felipebio97@gmail.com

Sumário

- Histórico e conceitos evolutivos.
- Utilização de programas;
- Reconstrução filogenética;
- Análise em ramos e sítios.



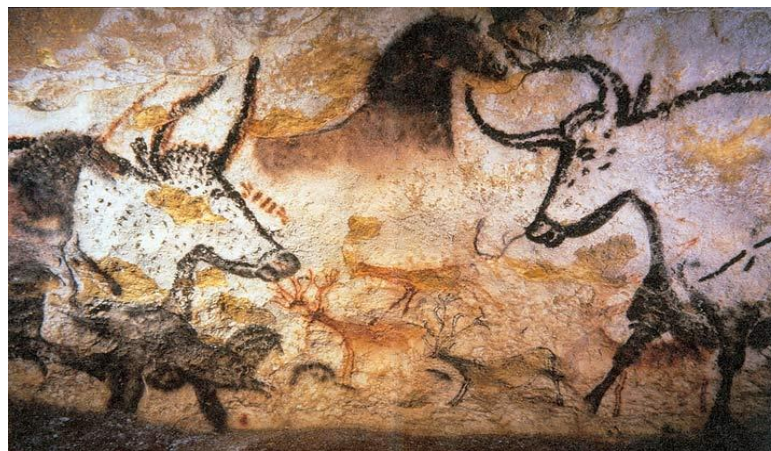
3



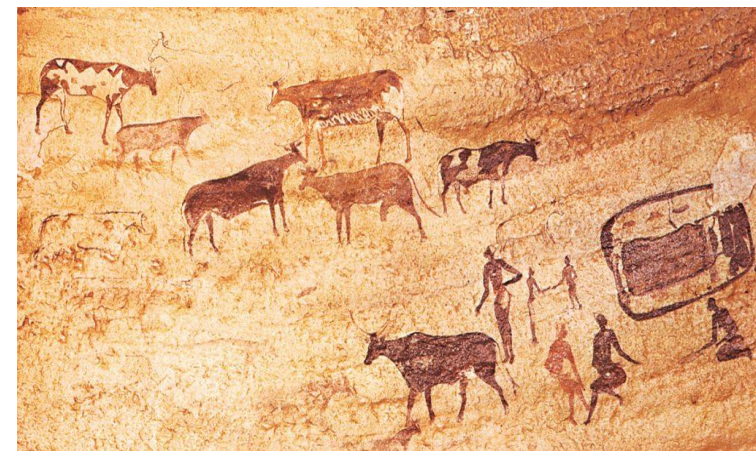
Homem e Natureza



Serra da Capivara, Brasil



Lascaux, França



Tassili n'Ajjer, Argélia

Paleolítico Superior: 40.000 - 10.000 a.C.

As ideias gregas

- Berço do pensamento Ocidental;
- Reflexão sobre origem e organização dos seres vivos;
- Pensamento Platônico.



427-347 a.C

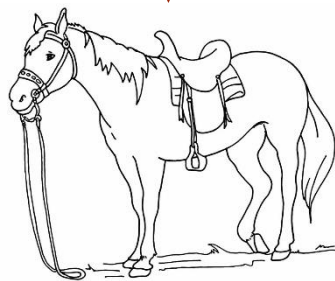
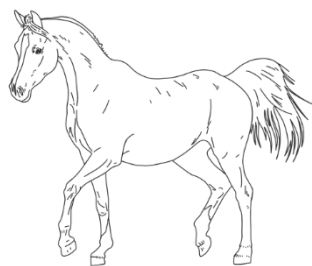
As ideias gregas: Platão

- Essencialismo:
- Seres e objetos possuem uma essência;
- Mundo inteligível/mundo ideal;
- Variações do mundo físico: imperfeições.



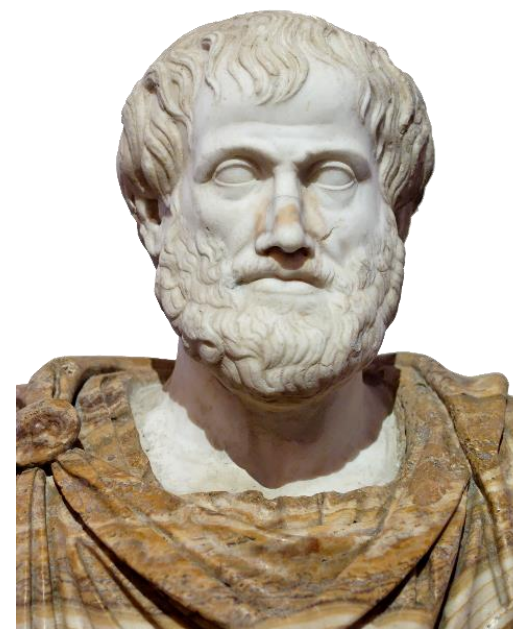
427-347 a.C

As ideias gregas: Platão



As ideias gregas: Aristóteles

- Discípulo de Platão;
- Política, física, lógica e biologia;
- Discordância de ideias.



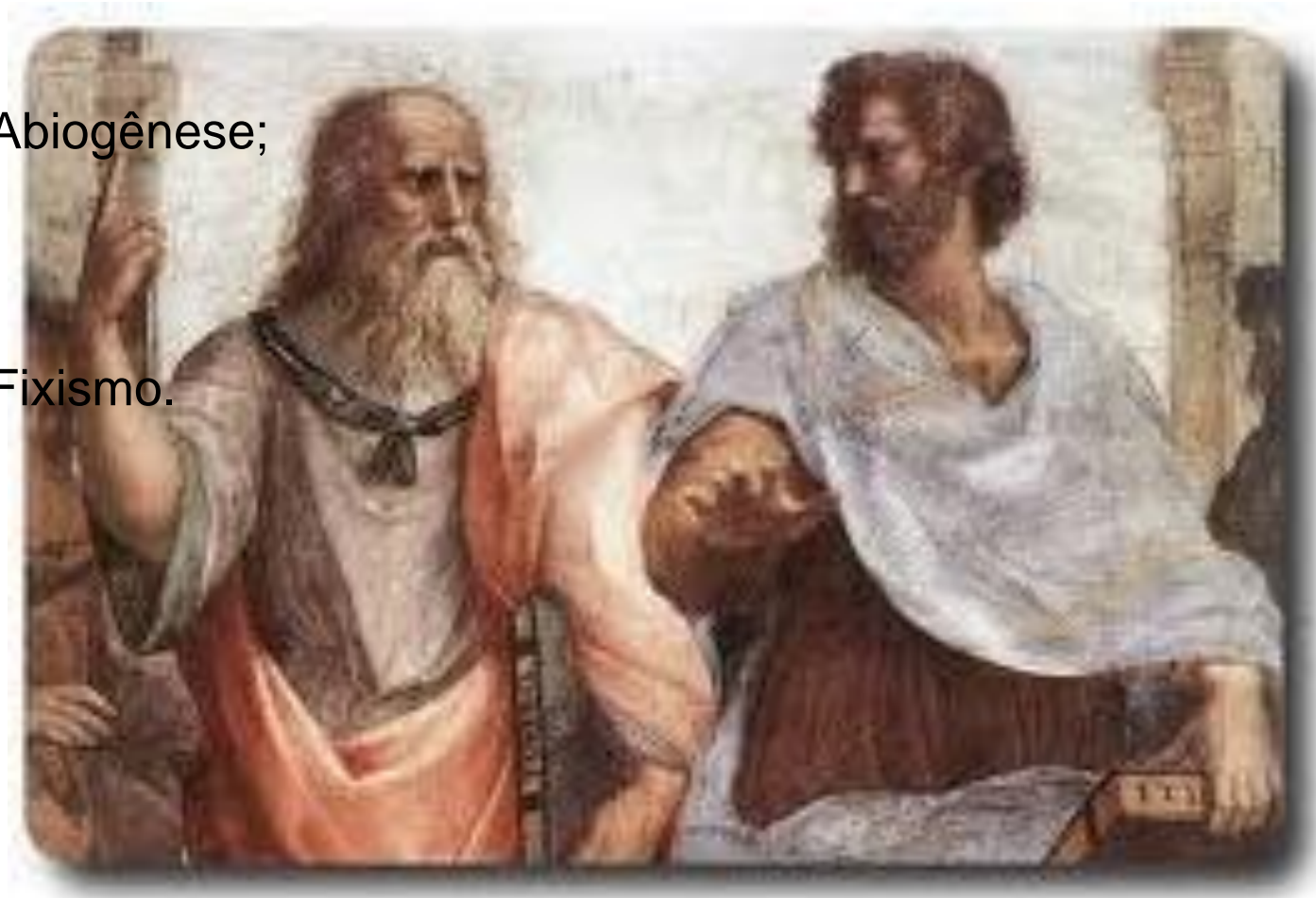
384-322 a.C.

As ideias gregas: Aristóteles

- Existência de um único mundo, o visível;
- Descrições detalhadas dos seres vivos;
- Classificações dos animais.

As ideias gregas: Aristóteles

- Abiogênese;
- Fixismo.



Rafael Sanzio - Escola de Atenas (1509-1510)

As ideias gregas: Legado

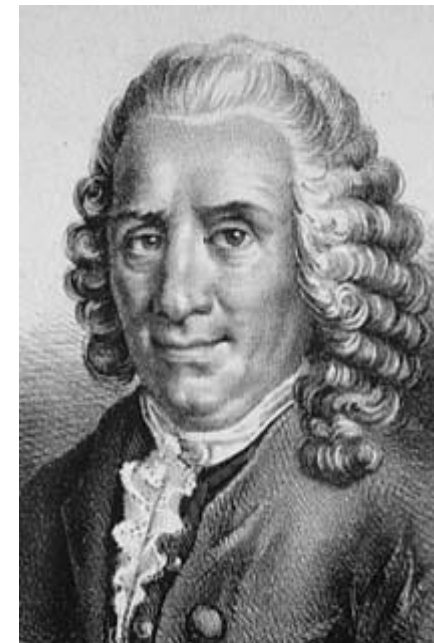
- Essencialismo e fixismo;
- Estagnação;
- Influência nas principais ideias posteriores.

Novos horizontes: século XV

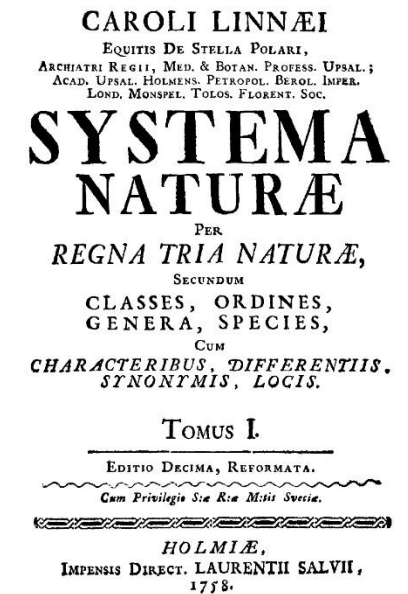
- Expansão marítima europeia;
- Diversidade biológica;
- Forte influência Platônica.

Construindo ideias: século XVIII

- Carl Linnaeus: método de agrupamento dos seres;
- *Systema naturae* (1735);
- Nomenclatura binomial (1758).



1707-1778



Construindo ideias: século XVIII

- Georges-Luis Leclerc – o conde de Buffon: temas centrais;
- Noção de tempo profundo;
- Biologia comparada;
- Introduziu a ideia de mudança no meio científico.



1707-1788

Construindo ideias: século XVIII

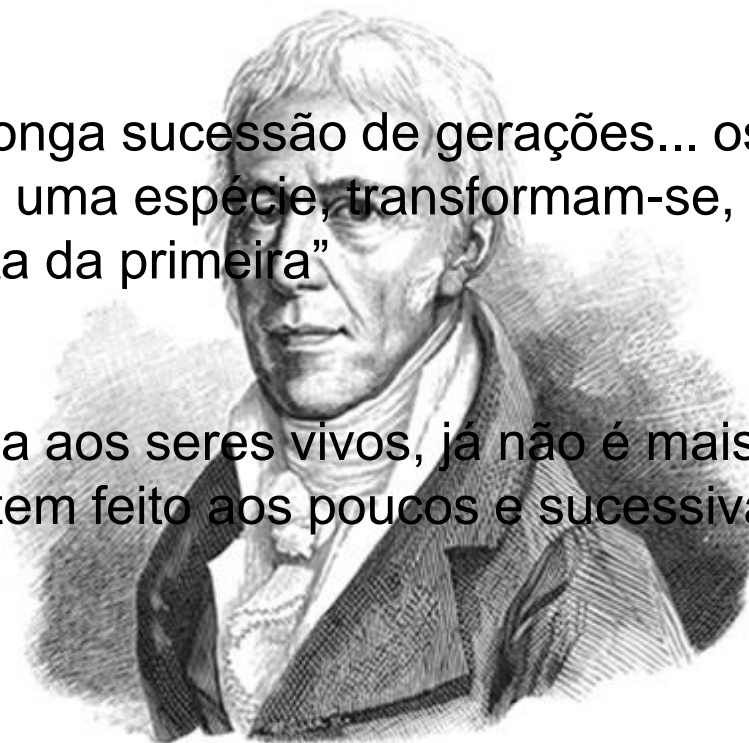
- Erasmus Darwin;
- *Zoonomia or The Laws of Organic Life* (1794);
- Mudanças, ancestralidade e herança.



1731-1802

Construindo ideias: século XIX

- Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck;
- “... Após uma longa sucessão de gerações... os indivíduos, originalmente pertencentes a uma espécie, transformam-se, por fim, numa nova espécie, distinta da primeira”
- “Com referência aos seres vivos, já não é mais possível duvidar que a natureza tudo tem feito aos poucos e sucessivamente”



1744-1829

Construindo ideias: século XIX

- ~~Abiogênese~~ *Philosophie Zoologique* (1809);
- Mudança das espécies ao longo do tempo geológico;
- Ancestralidade comum de todos os seres vivos; X
- Natureza como agente da mudança;
- Lei do uso e desuso, Transmissão dos caracteres adquiridos. X
- Adaptação.

Construindo ideias: século XIX

A cloud-shaped diagram with a brown outline, containing seven terms in different colors and fonts. The terms are arranged in a circular fashion within the cloud. At the bottom of the cloud, there are three small, overlapping circles.

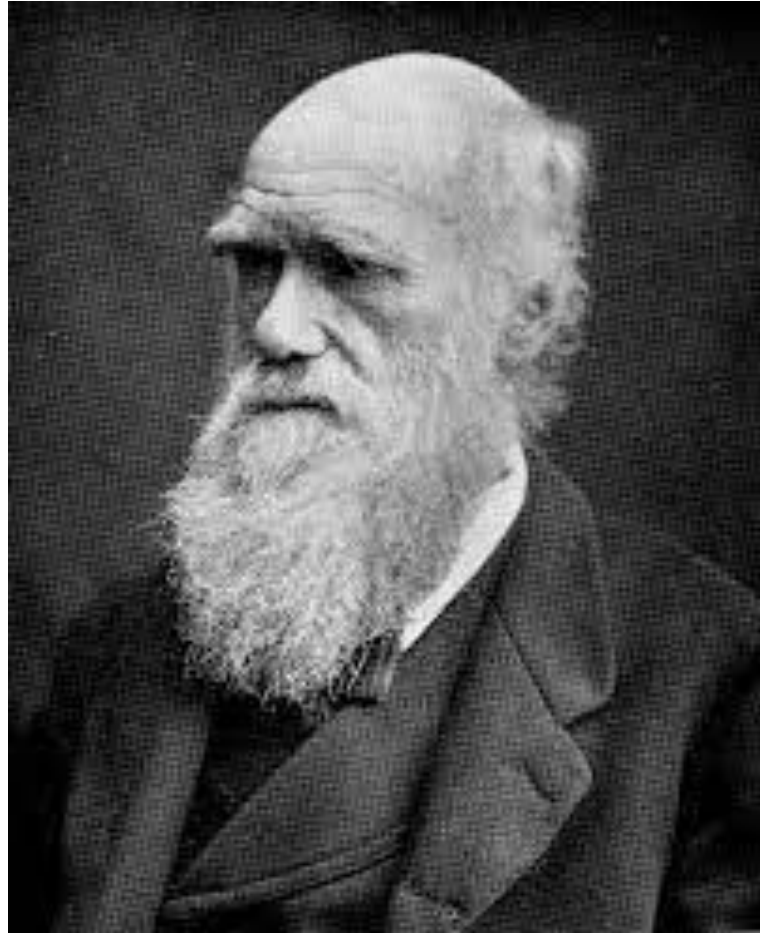
- HERANÇA (Red, serif font)
- MODIFICAÇÕES (Blue, serif font)
- ANCESTRALIDADE (Green, serif font)
- FÓSSEIS (Red, serif font)
- SOBREVIVÊNCIA (Green, serif font)
- TEMPO PROFUNDO (Yellow, serif font)
- GRADUALISMO (Blue, serif font)
- EXTINÇÃO (Purple, serif font)

Construindo ideias: século XIX

➡ **“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”**

-Isaac Newton 

Construindo ideias: Charles Darwin



1809-1882

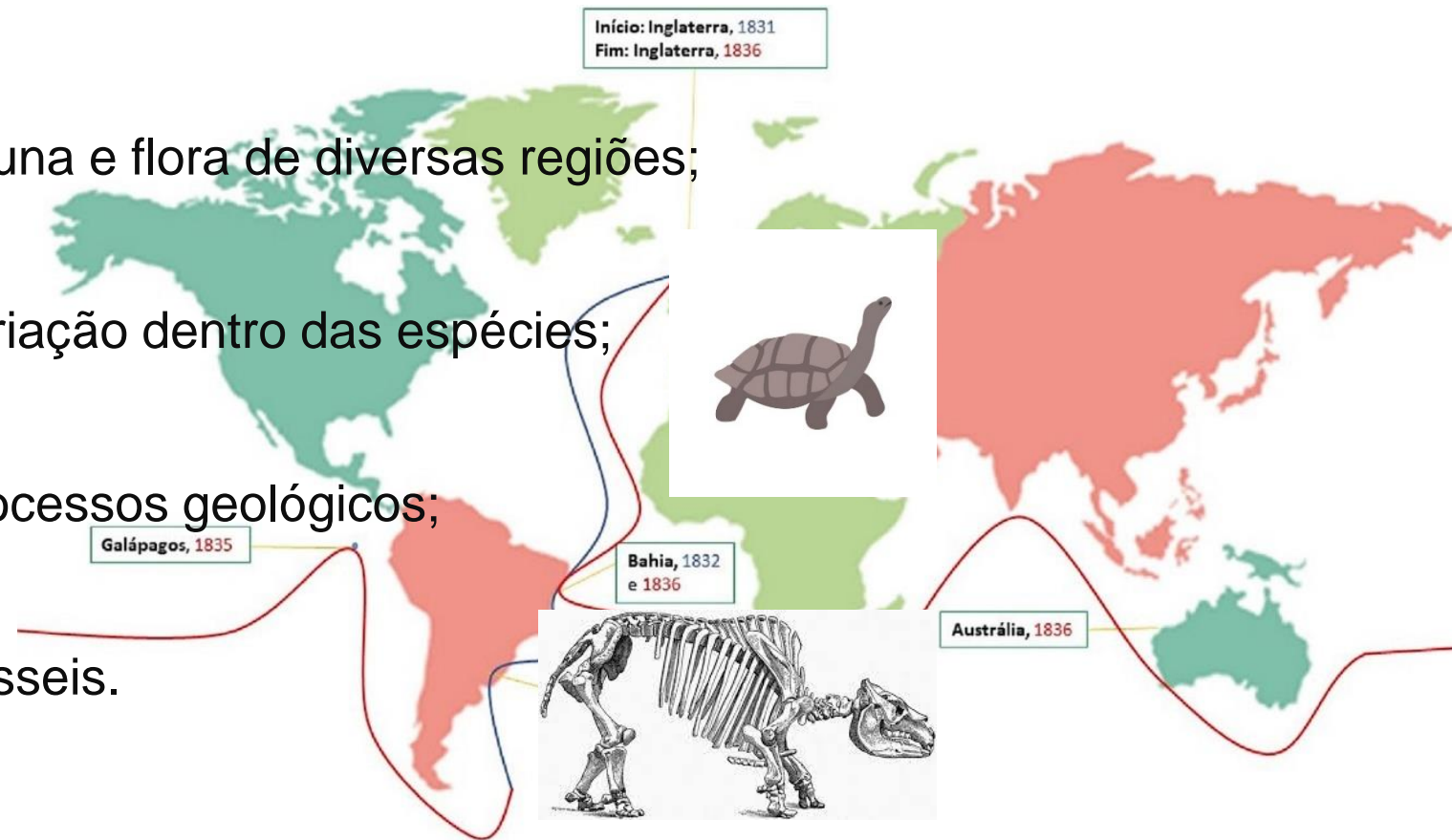
Construindo ideias: Charles Darwin

- Família abastada;
- Curso de medicina;
- Universidade de Cambridge → clérigo;
- Expedição exploratória: HMS Beagle.

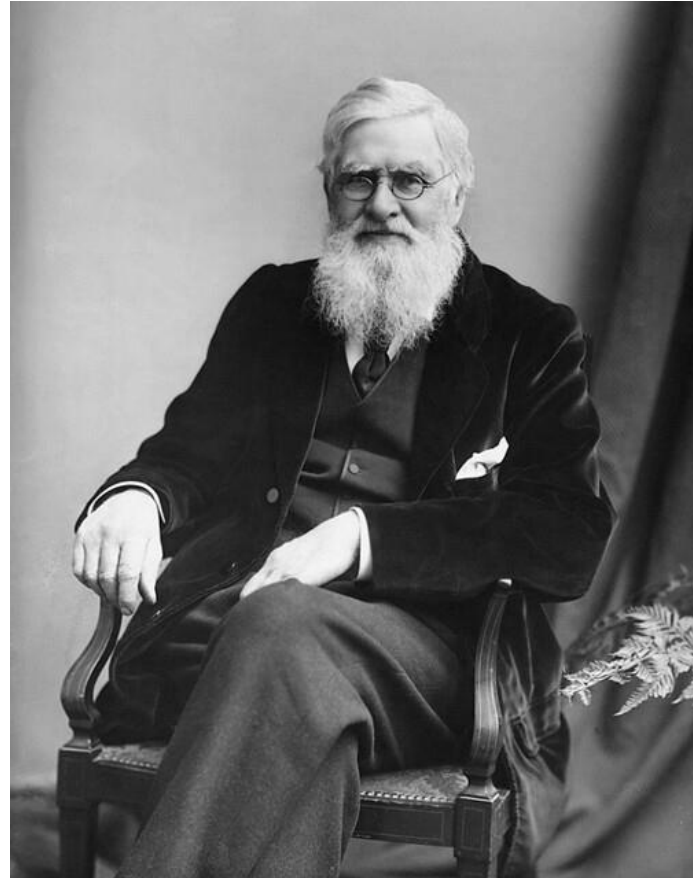


Construindo ideias: Charles Darwin

- Fauna e flora de diversas regiões;
- Variação dentro das espécies;
- Processos geológicos;
- Fósseis.



Construindo ideias: Alfred Wallace



1823-1913

Construindo ideias: Alfred Wallace

- *Naturalists Society of London* – 1858;

“Nunca vi coincidência mais impressionante. Se Wallace dispusesse de meu manuscrito, redigido em 1842, não poderia ter feito um resumo melhor!”

- *Biographia Wallace.*

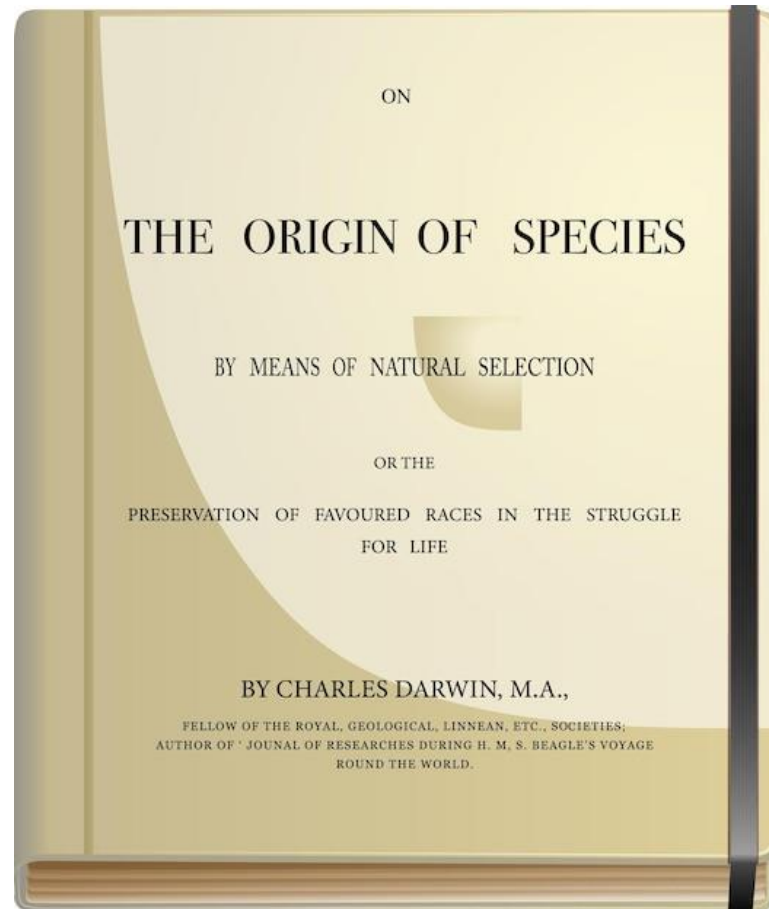
- Charles Darwin e

- *Arquipélago*

- *Comunicação*



Construindo ideias: A Origem das Espécies



1859

Evolução Darwiniana

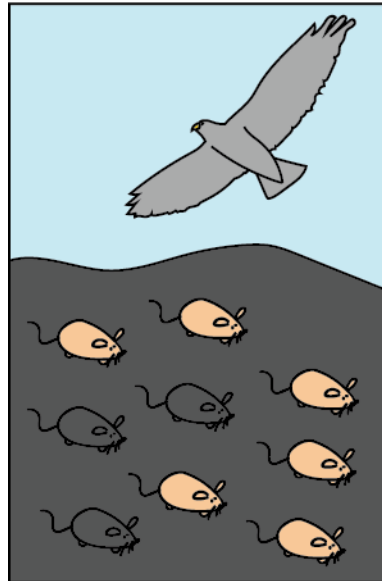
- Mudanças por descendência com modificação;
- As espécies mudam ao longos das gerações;
- Evolução ocorre de forma gradual;
- Seleção natural como mecanismo de mudança evolutiva;
- Ancestralidade comum dos seres vivos.



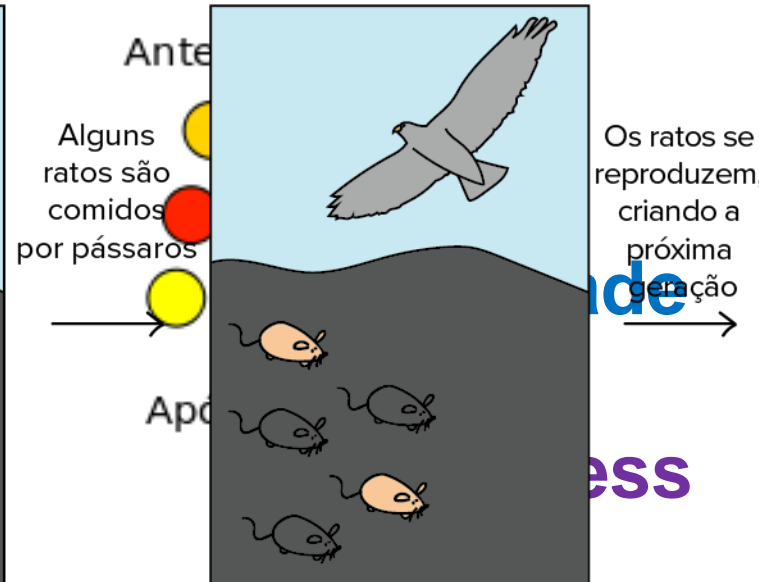
Seleção Natural

- Sobrevivência e contribuição diferencial para a próxima geração;
- Ambiente selecionador → fatores bióticos e abióticos;
- Age a posteriori, nunca a priori;
- Atua nos indivíduos, porém, as consequências ocorrem na população.

Seleção Natural

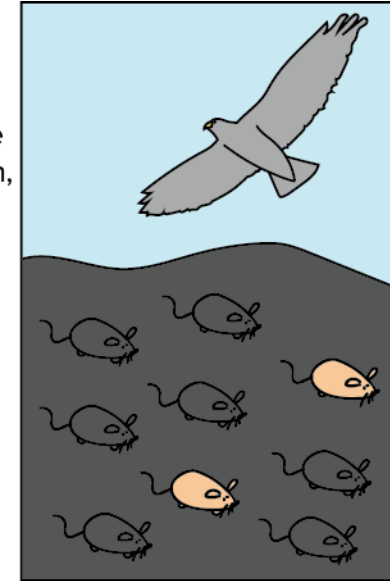


Uma população de ratos se mudou para uma nova área onde as pedras são muito escuras. Devido à variação genética natural, alguns ratos são pretos, mas outros são amarelos.



Os ratos amarelos são mais facilmente vistos pelos predadores do que os ratos pretos. Sendo assim, os ratos amarelos são comidos com mais frequência do que os pretos. Apenas os ratos sobreviventes atingem a idade reprodutiva e geram descendentes.

Os ratos se reproduzem, criando a próxima geração



Como os ratos pretos tinham mais chances de gerar descendentes que os ratos amarelos, a próxima geração tem uma fração maior de ratos pretos do que a geração anterior.

Evolução Darwiniana: Desafios

- Qual origem da variação?
- Como ocorre a herança?
- Pangênese **X**



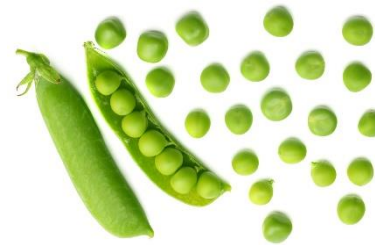
Genética: Gregor Mendel



1822-1884

Genética: Gregor Mendel

- Monge austro-húngaro;
- Experimentos com ervilhas;
- Herança;
- 1865 → Mecanismos da herança.



Genética: Redescoberta de Mendel

- 1900: Hugo De Vries (1848- 1935) e Karl Correns (1864-1933);
- Fatores genéticos não se misturam;
- Entendimento da herança e consolidação da genética.

Teoria Sintética da Evolução



Ronald Fisher (1890-1962)



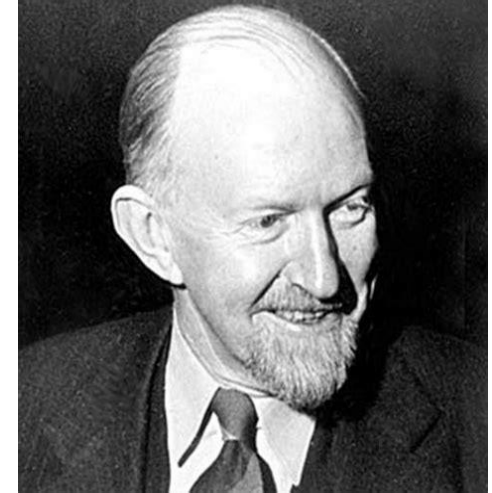
J.B.S Haldane (1892-1984)



Sewall Wright (1889-1988)



Theodosius Dobzhansky (1900-1975)



G.G. Simpson (1902-1984)

Teoria Sintética da Evolução

- Alteração nas frequências alélicas de uma geração para outra;
- Explicação genética para a variabilidade populacional;
- Forças evolutivas: Mutação, migração, deriva genética e seleção.



Mutação

A

ATG CTC TTC

M

L

F



ATG CTG TTC

M

L

F

B

ATG CTC TTC

M

L

F



ATG ATC TTC

M

V

F

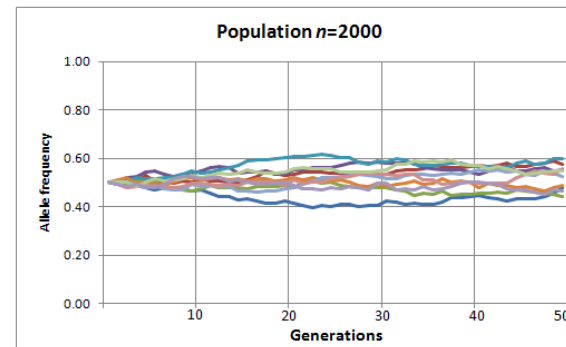
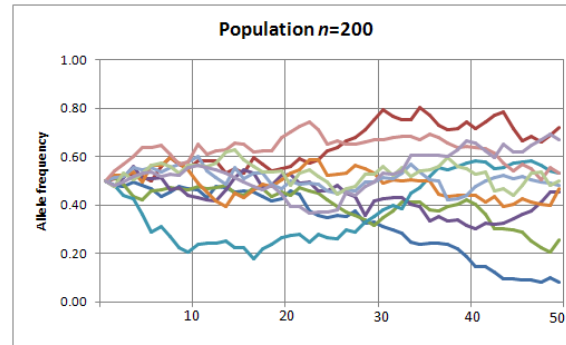
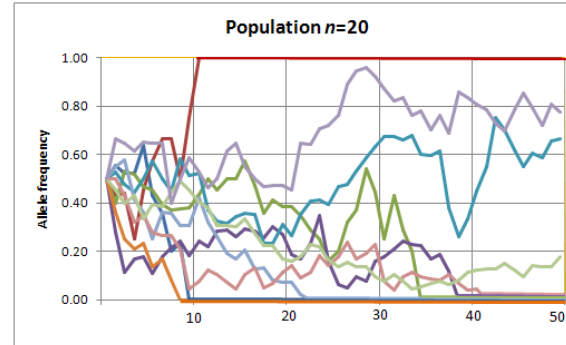
Migração

- Transporte de alelos de uma população para outra (fluxo gênico);
- Aumenta variabilidade genética;
- Diminui diferenciação genética entre populações → especiação

Deriva Genética

- Erro amostral genético;
- "Sorteio" de alelos que irão formar os indivíduos da próxima geração;
- Fixação ou exclusão aleatória dos alelos → perda de heterozigosidade
- Mais efetiva em populações pequenas;
- Sucesso reprodutivo \neq adaptação.

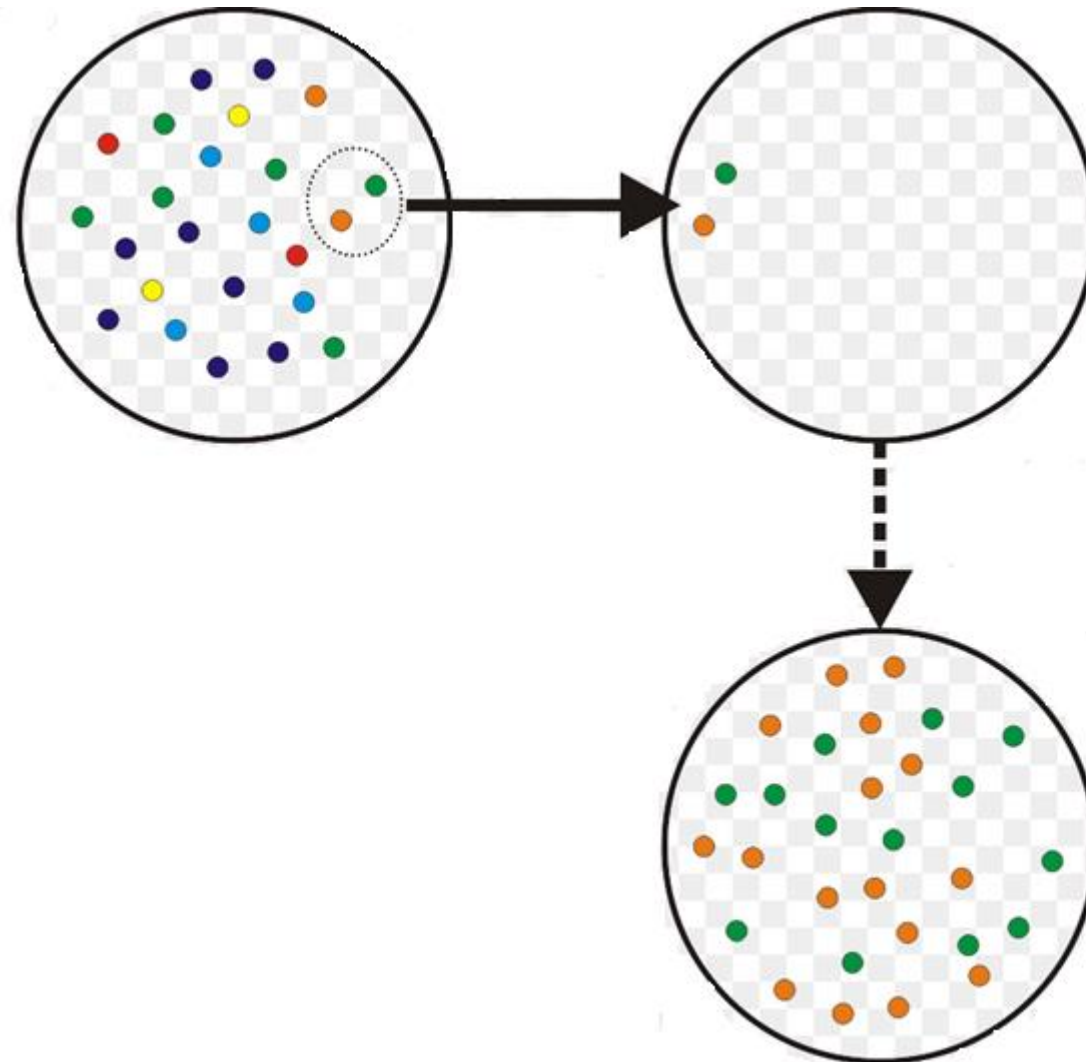
Deriva Genética



Deriva Genética: Gargalo Populacional



Deriva Genética: Efeito do Fundador



Seleção Natural

➤ Alelos benéficos



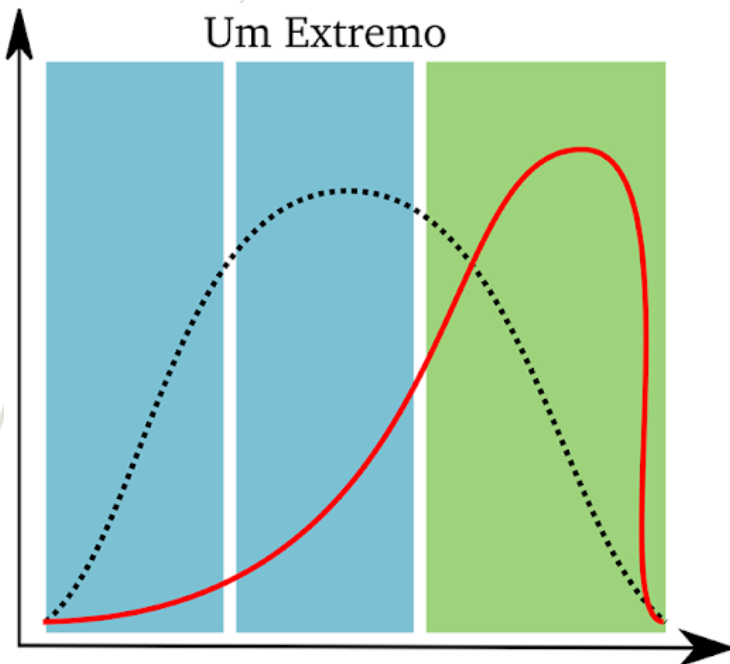
Alelos deletérios



➤ Não é aleatória;

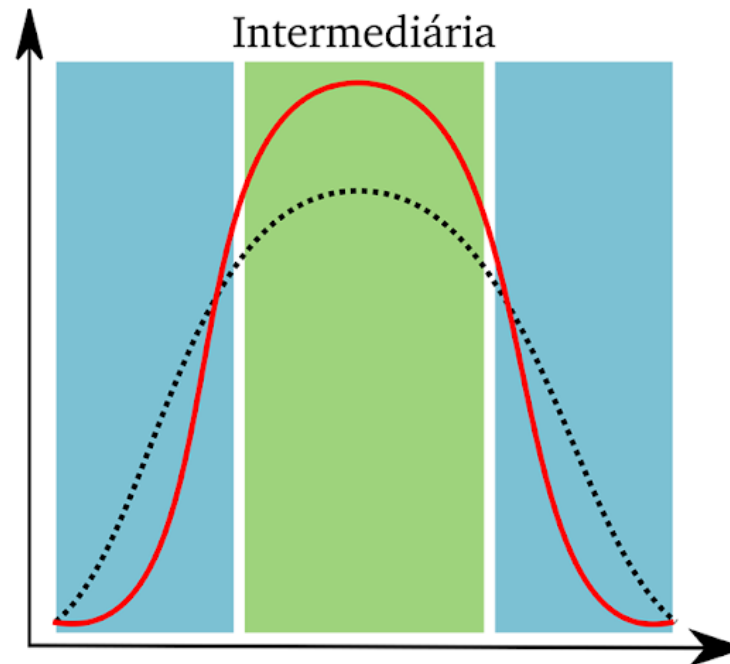
➤ Diferentes tipos: Direcional, Estabilizadora e Disruptiva.

Seleção Natural



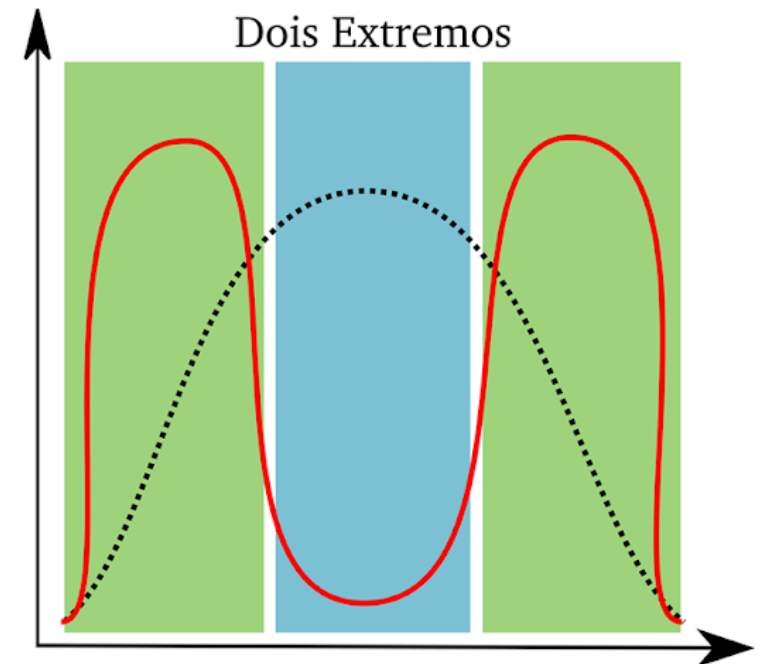
Direcional

Ex: resistência em insetos



Estabilizadora

Ex: peso ao nascimento

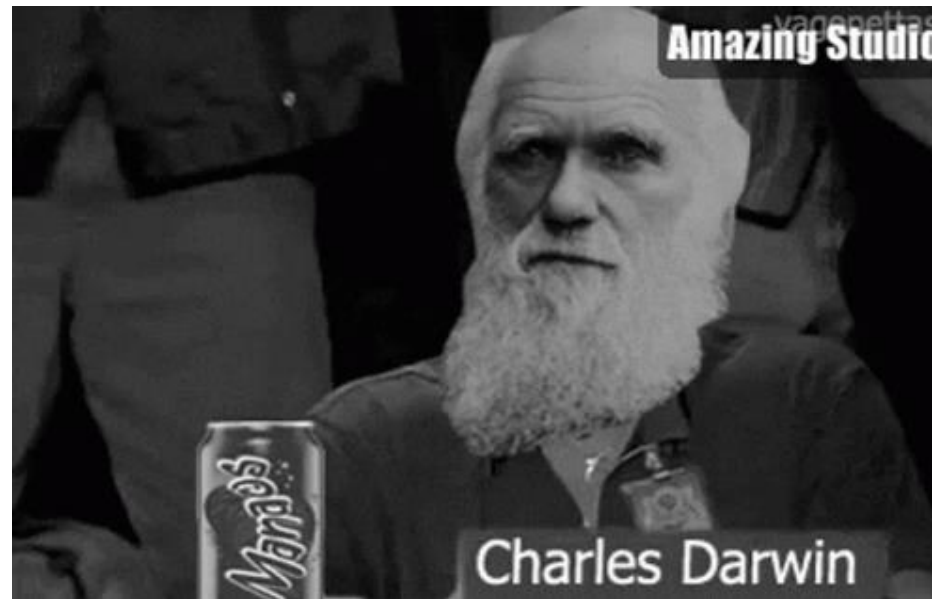


Disruptiva

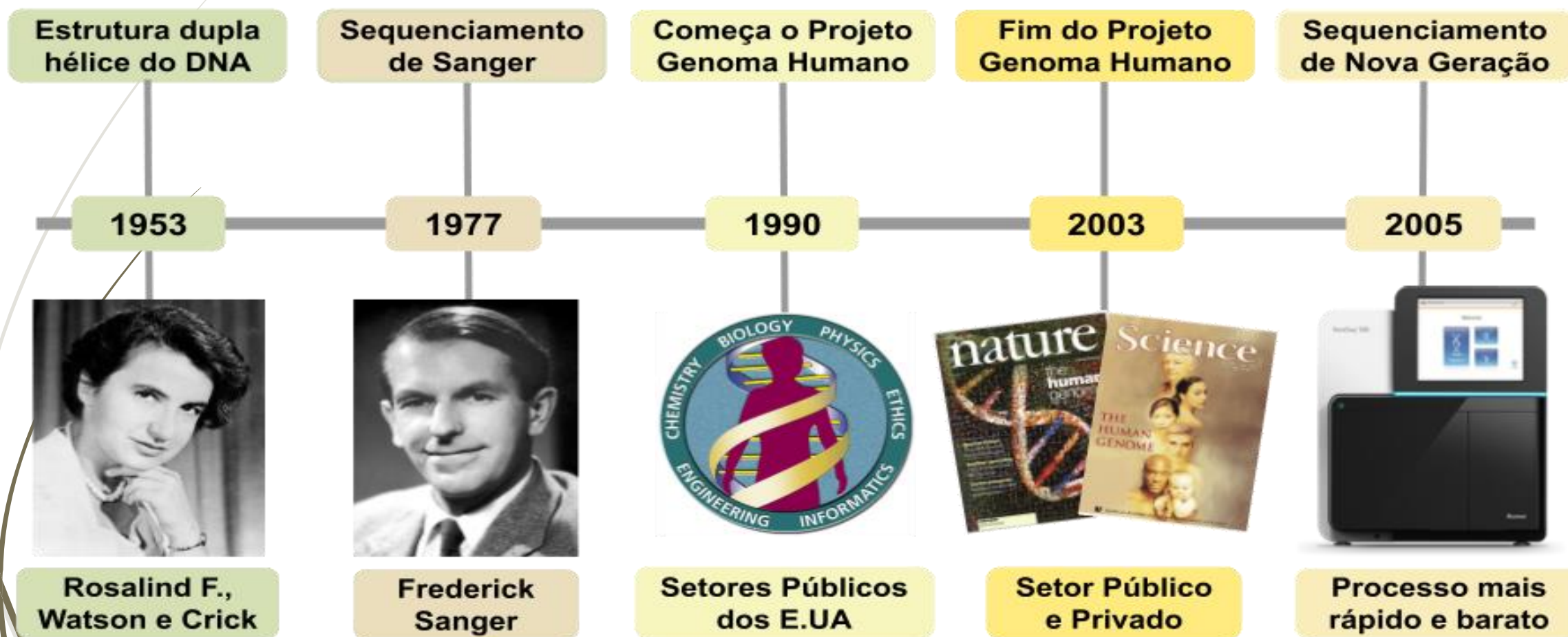
Ex: tentilhões de Galápagos

Seleção Natural

Única força evolutiva adaptativa!!!



Evolução Molecular



Evolução Molecular: Mudanças

A

ATG CTC TTC

M L F



ATG CTG TTC

M L F

B

ATG CTC TTC

M L F



ATG ATC TTC

M V F

Evolução Molecular: ω

- d_N/d_S ;
- $d_N \rightarrow$ taxa de fixação de mutações não-sinônimas;
- $d_S \rightarrow$ taxa de fixação de mutações sinônimas.



Evolução Molecular: ω

- Se trocas de aminoácidos forem vantajosas \rightarrow maior taxa de mutações não-sinônimas $\rightarrow d_N > d_S \rightarrow \omega > 1 \rightarrow$ seleção positiva;
- Se trocas de aminoácidos forem desvantajosas \rightarrow maior taxa de mutações sinônimas $\rightarrow d_N < d_S \rightarrow \omega < 1 \rightarrow$ seleção purificadora;
- Se $d_N = d_S \rightarrow \omega = 1 \rightarrow$ evolução neutra.

Evolução Molecular: ω



d_N/d_S
 $\omega > 1$: Seleção positiva



$\omega < 1$: Seleção purificadora



$\omega = 1$: Evolução neutra

Evolução Molecular: Ferramentas

- Notepad++
- Editor de texto de código aberto;
- Programadores e desenvolvedores;
- Diversas funcionalidades.



Evolução Molecular: Ferramentas

➤ ~~Alinhamento~~ ~~FASTA~~ ~~FASTA~~:

➤ ~~DNA~~ ~~Sequence~~ ~~Pearson~~ → 1980;

ATCGATCGATCGATCGATCGATCGATCG

➤ Usado para representar sequências de ácidos nucleicos (como DNA e RNA) e sequências de proteínas;

>PRT_Sequence
MSTHDTSLKTTEEVAFAQIILLCQFGVGTAFANVFLFVYNFSPISTGKQVELA

➤ Três componentes: ">", cabeçalho descritivo e a sequência.

Evolução Molecular: Ferramentas

An official website of the United States government [Here's how you know](#) ✓

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Log in

Nucleotide [Advanced](#) [Help](#)

GenBank

Influenza A virus genome assembly, segment: 7

GenBank: OY283122.1

FASTA [Graphics](#)

[Go to:](#) ☐

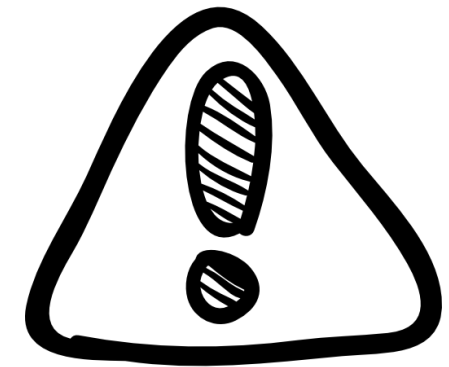
LOCUS	OY283122	1145 bp	DNA	linear	VRL 07-JUL-2023
DEFINITION	Influenza A virus genome assembly, segment: 7.				
ACCESSION	OY283122				
VERSION	OY283122.1				
DBLINK	BioProject: PRJEB56915				
	BioSample: SAMEA113993541				
KEYWORDS					

Analyze this sequence

NCBI Virus

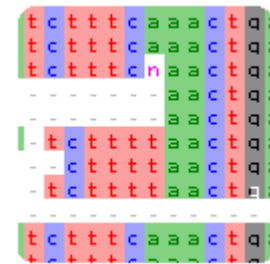
Evolução Molecular: Ferramentas

- Nomeação Fasta:
- Evitar espaços → underscore ou hífen
- Evitar acentos ortográficos;
- Ser claro: por você, colegas e publicação.



Evolução Molecular: Ferramentas

- AliView;
- Software de código aberto → alinhamentos de sequências biológicas;
- Visualização de alinhamentos, edição de alinhamentos, realinhamento de sequências, seleção de regiões específicas, etc.
- Controle de qualidade do arquivo FASTA.



Evolução Molecular: Ferramentas

- Multiple Sequence Comparison by Log-Expectation (MUSCLE);
- Alinhamentos múltiplos de sequências;
- Distâncias evolutivas, identificação de homologias, evolução de sequências, etc;
- Realizar alinhamento antes de executar análises.

Evolução Molecular: Ferramentas

- IQ-TREE;
- Construção de árvores filogenéticas;
- Saber como as sequências estão relacionadas umas às outras;
- Inferir a relação evolutiva entre diferentes espécies.



Evolução Molecular: Ferramentas

- IQ-TREE utiliza abordagem de Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*);
- *Maximum Likelihood*: maximiza a verossimilhança dos dados observados, tenta encontrar os valores que tornam os dados mais prováveis
- Bayesiana: probabilidade bayesiana, incorpora informações a priori. → MrBayes.



Evolução Molecular: Ferramentas

- FigTree;
- Software utilizado para visualizar e editar árvores filogenéticas;
- Formatação de nós, cores, tamanhos de fonte e outros;
- Criação de figuras.

Evolução Molecular: Análises

- Análise em sítios → Variação das sequências de nucleotídeos em posições específicas, como as substituições de bases ocorrem nas sequências.
- Análise em ramos → Mudanças evolutivas que ocorrem ao longo dos ramos da árvore, como as sequências mudam ao longo das linhagens evolutivas.

Evolução Molecular: Análises

- Porta: 22
- Usuário: awtemp1 ... 20 (todas as contas tem o mesmo nome, só muda o número)
- Servidor: awarnach.mathstat.dal.ca
- Senha: yn6bakxs

OBRIGADO!

