

Programa Teia do Saber

**Biodiversidade:
uma abordagem evolutiva**

Adolfo Calor

PPG Entomologia

FFCLRP – USP

DIVERSIDADE BIOLÓGICA



Diversidade biológica significa a **variabilidade** de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (Artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica, Decreto N° 2.519, de 16 de Março de 1998).

“Nada em Biologia faz sentido
exceto à luz da evolução”

T. Dobzhansky

Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829)

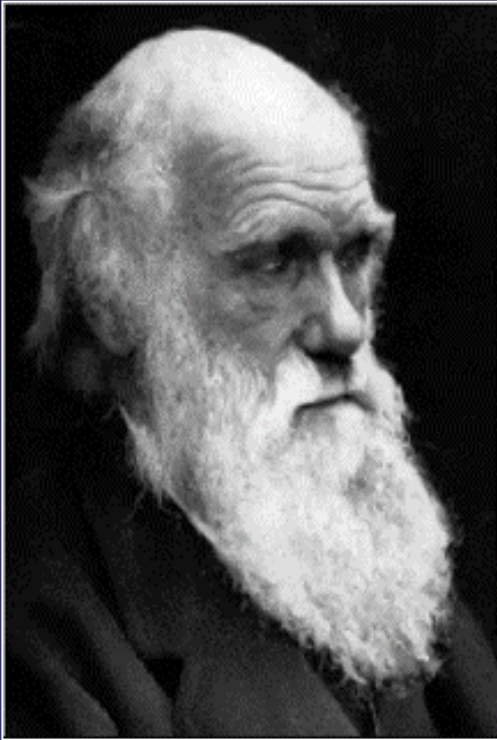
Philosophie Zoologique (1809)

1. Lei do uso e desuso
2. Transferência de caracteres adquiridos

Legado: o transformacionismo
quebra do paradigma Fixista com
a inclusão do vetor tempo.



Teoria da Evolução orgânica



Charles Robert Darwin

(1809-1882)

Alfred Russel Wallace

(1823-1913)



Charles Robert Darwin (1809-1882)

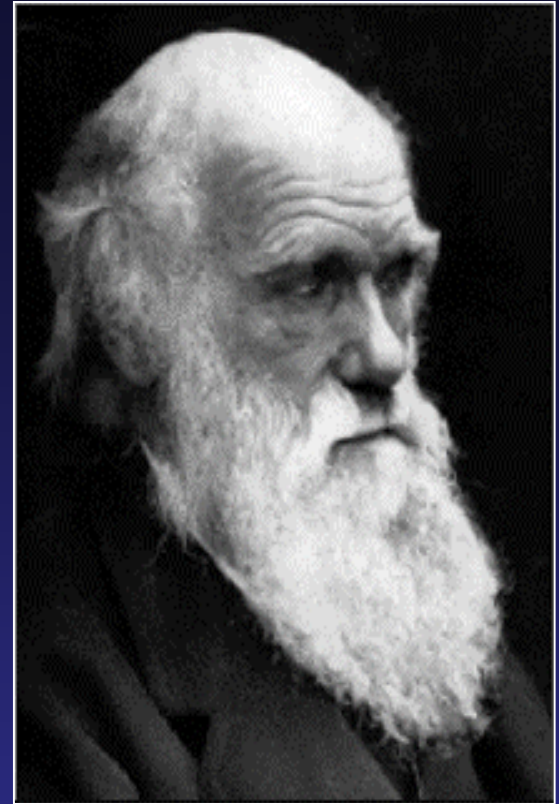
Darwin acumulou muitas evidências para corroborar suas teorias.

Registro fóssil

Distribuição geográfica (biogeografia)

Morfologia

Embriologia



On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life (1859).

"Origem das espécies"

Inúmeras influências

Humboldt

Personal narrative

Herschel

Introduction to the study of Natural Philosophy

Thomas Malthus

Essay on the principle of population (1798)

Jean-Baptiste de Lamarck

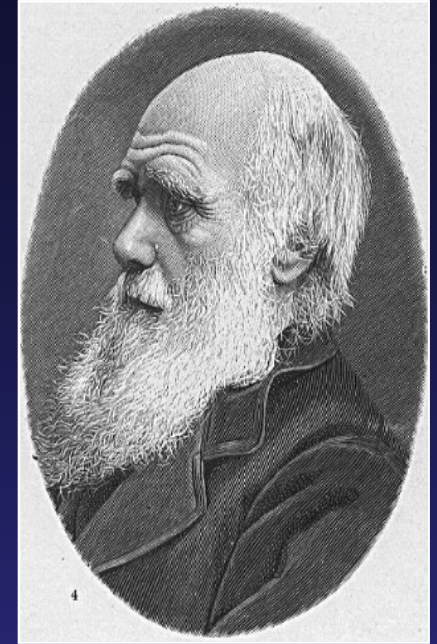
Philosophie Zoologique (1809)

Charles Lyell

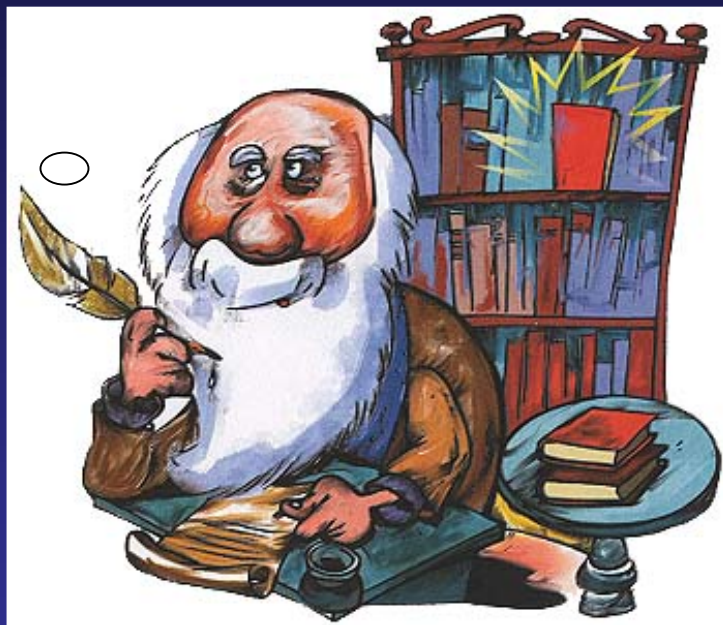
Principles of Geology (1830-1833)

Alfred Russel Wallace

On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type (1858)



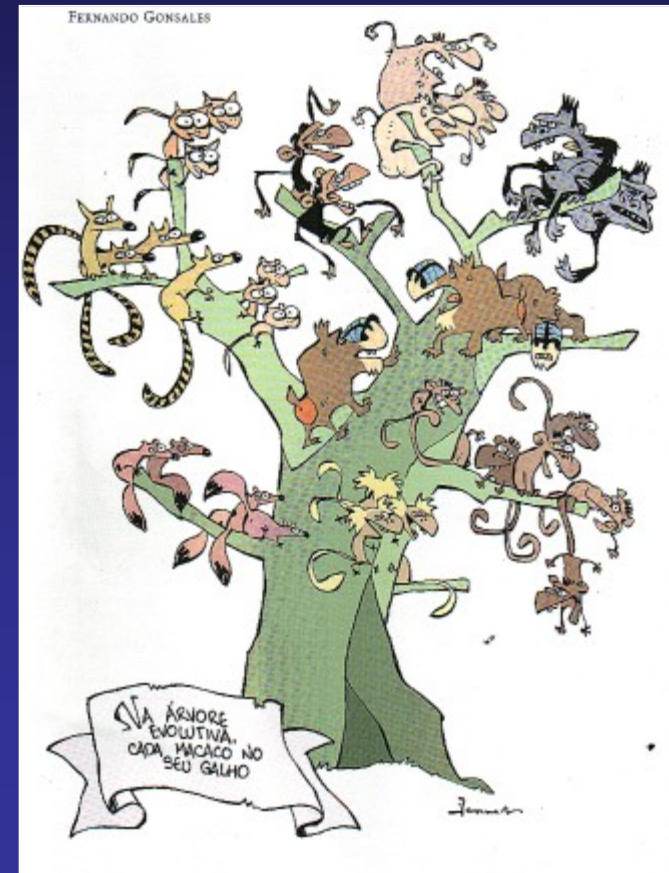
4



I. Teoria da evolução em si

O mundo não é constante e estático (essencialista) e sim o produto contínuo de evolução (mudança). Essa idéia não é original de Darwin (Lamarck).

tempo



II. A evolução por descendência comum

Todos os organismos procedem de ancestrais comuns, por um processo contínuo de ramificação

A descendência comum conecta todos os elementos do mundo orgânico.

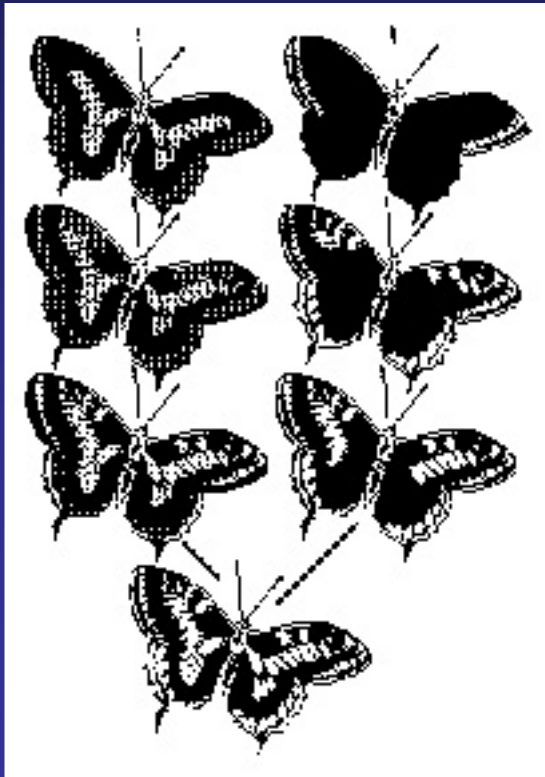


Filogenia dos Primatas e ancestral hipotético

III. A gradualidade da evolução

O processo de descendência com modificação é lento e gradual, não ocorrem saltos para a origem súbita de novos tipos. As descontinuidades da natureza são exceções.

Darwin: "*Natura non facit saltus*".



IV. A seleção natural

Não existe um “plano superior” direcionando a vida. A teoria da pode ser resumida através de 5 fatos e 3 inferências.

Fato 1: Todas as espécies possuem um grande potencial de fertilidade. Se todos os indivíduos nascidos se reproduzissem, o tamanho da sua população cresceria exponencialmente.

Fato 2: As populações são normalmente estáveis, com flutuações esporádicas.

Fato 3: Os recursos são limitados. Num meio ambiente estável, eles permanecem relativamente constantes.

Inferência 1: Já que é produzido maior nº de indivíduos do que pode suportar os recursos disponíveis, deve haver uma **luta pela existência** entre os indivíduos da população, resultando na sobrevivência de apenas parte da progênie de cada geração.

Fato 4: Toda população ostenta uma enorme variabilidade.

Fato 5: Parte dessa variação é herdável.

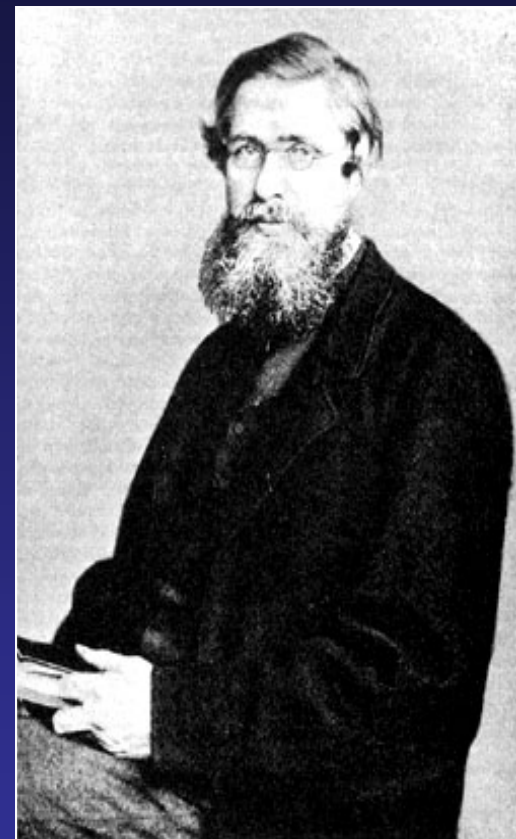
Inferência 2: A sobrevivência na luta pela vida depende, em parte, da constituição hereditária dos indivíduos que sobrevivem. Essa **sobrevivência diferencial** constitui um processo de seleção natural.

Inferência 3: No correr das gerações, esse processo de seleção natural conduzirá a uma mudança gradual e contínua das populações, *i. e.*, à evolução e origem de novas espécies.

Alfred Russel Wallace (1823-1913)

O princípio da **seleção natural** como o principal processo evolutivo foi proposto independentemente por Alfred R. Wallace em seu artigo *On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type* (1858).

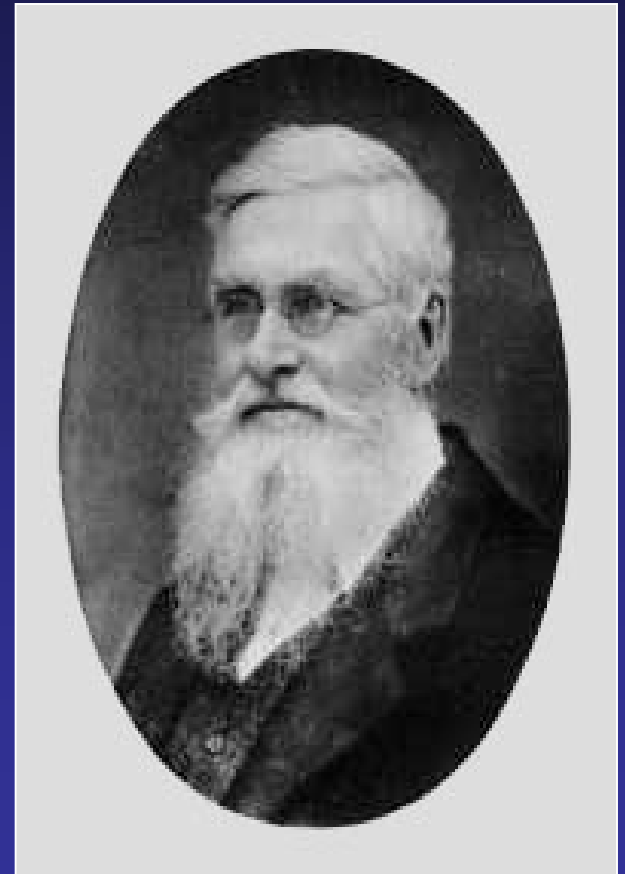
Existe na natureza um princípio geral que faz com que muitas variedades sobrevivam à espécie originária, e que dão origem à variações sucessivas, afastando-se sempre mais do tipo original.



Alfred Wallace, juntamente com **H. W. Bates** (descobridor do mimetismo batesiano), foi um grande defensor da seleção natural e do evolucionismo.

Wallace também foi um importante **biogeógrafo**.

“Toda espécie começou a existir coincidindo tanto no espaço como no tempo com uma espécie preexistente e estreitamente relacionada” reflete, na distribuição geográfica, o conceito de ancestralidade comum, e é fundamental para a biogeografia histórica.



Outros precursores da seleção natural

William Charles Wells (1757-1817)

Em um ensaio que tratava das variações da cor humana, Wells esboça o princípio da seleção natural em se tratando de adaptações a climas locais.

Patrick Matthew (1790-1874)

On naval timber and arboriculture (1831)

Adota claramente uma teoria da evolução por descendência comum, baseada na seleção natural e no gradualismo.

As implicações da teoria evolutiva foram muitas:

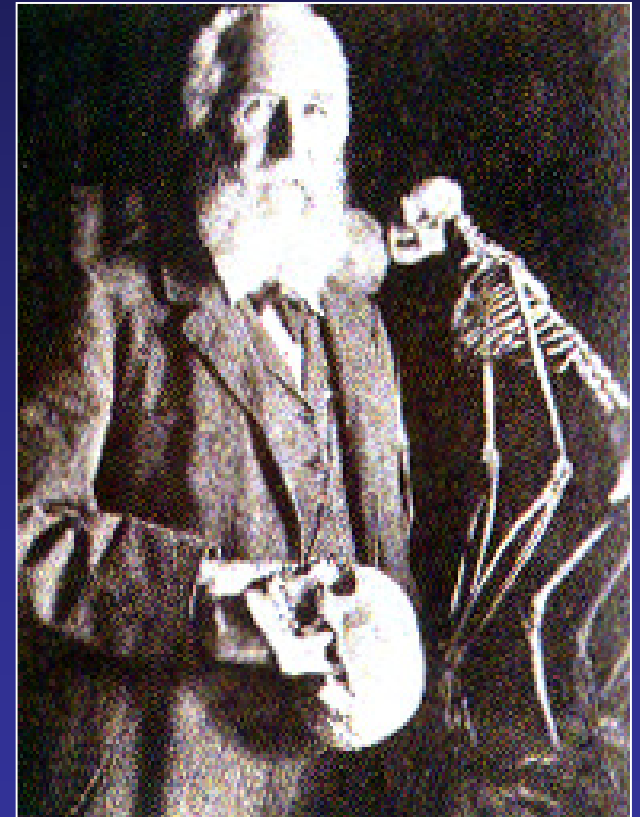
- **Substituição de um mundo estático por um mundo evolutivo;**
- **Demonstração da não-plausibilidade do criacionismo;**
- **Fim da justificação para um antropocentrismo absoluto;**
- **Explicação do mundo através de um processo materialista da seleção natural, baseada na interação entre a variação aleatória pré-existente e o sucesso reprodutivo;**
- **Substituição do essencialismo pelo pensamento de população.**

Pós-darwinianos

Os oitenta anos posteriores à publicação do *Origin of species* (1859) foram de intensos debates.

Ernst Haeckel (1834-1919) foi um dos principais divulgadores do darwinismo nesse período.

Ele foi um dos primeiros a construir árvores classificatórias para os organismos, ainda sem uma metodologia definida.



Pós-darwinianos

Fritz Müller (1822-1897)

Naturalista alemão, que se estabeleceu no Brasil (Santa Catarina)

Für Darwin (1964) ("Para Darwin"), tradução para inglês (1969), um marco para a consolidação do darwinismo em todo o mundo.



O princípio da **seleção natural**, entretanto, foi muito combatido, sendo substituído por teorias como o **mutacionismo** (de Vries), que aceitavam que as espécies apareciam subitamente, a partir de mutações bruscas.

Alguns pesquisadores, entretanto, adotaram um **selecionismo irreduzível**, no que ficou conhecido como **neodarwinismo**.

Entre eles está **August Weismann**. Dele é a idéia do **crossing-over** como o grande responsável pela variabilidade genética, contrariando a idéia de hereditariedade tênue, ou herança dos caracteres adquiridos, ainda aceita à época.

A síntese da teoria evolutiva

Entre 1936 e 1947, geneticistas, paleontólogos e naturalistas chegaram a um **consenso**:

A evolução é **gradual** e se baseia na **seleção natural** de variedades pré-existentes.

A variação é resultante de pequenas mudanças genéticas (**mutações**) e da recombinação (**crossing-over**). Não existe herança dos caracteres adquiridos.

O **pensamento populacional** é a chave para a compreensão da origem da diversidade. As espécies são agregados de populações reprodutivamente isolados.

Os principais arquitetos dessa síntese foram:

T. Dobzhansky (1937)

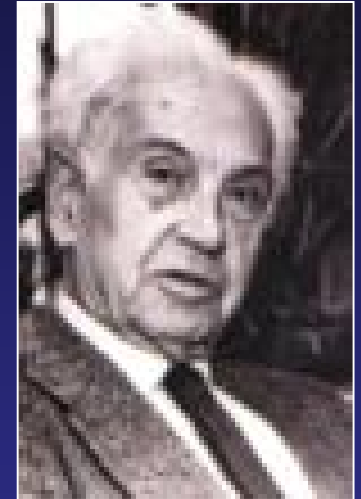
J. Huxley (1942)

E. Mayr (1942)

G. G. Simpson (1944, 1953)

Rensch (1947) e

G. Stebbins (1950).



Outros autores importantes foram: Chetverikov, R. A. Fisher, J. B. S. Haldane, Darlington, S. Wright etc.

Teoria Sintética da Evolução

Processos evolutivos:

- seleção natural (Darwin/Wallace)
- deriva genética
- migração (fluxo gênico)
- mutação
- recombinação: segregação independente dos cromossomos, *crossing over*

Deriva genética

Pensamento populacional – frequência gênica oscila sem pressão do ambiente

Modificações nas frequências gênicas entre duas gerações de uma população devido a causas estocásticas.

Ex.



Rhea americana

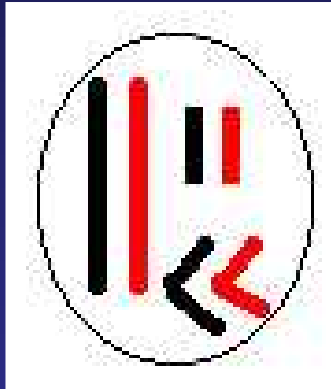
Fluxo gênico ou migração

Eventos de imigração e emigração de outras populações trazendo ou levando novos alelos

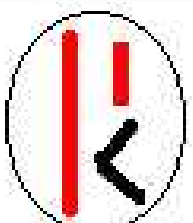
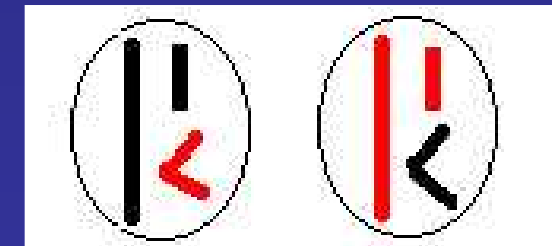
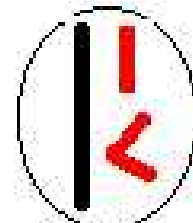
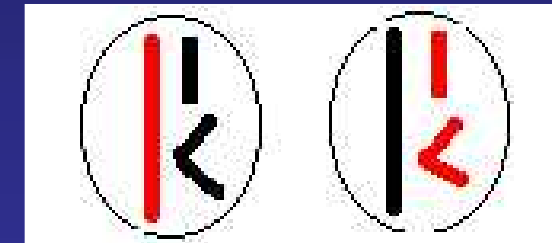
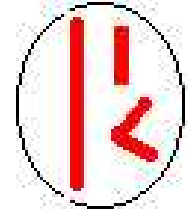
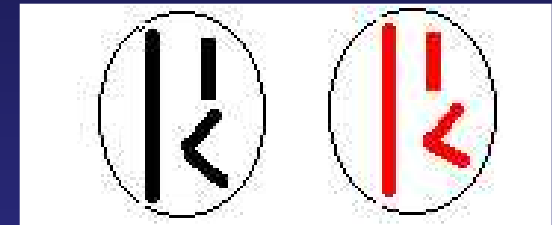
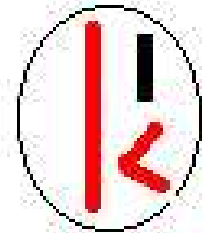
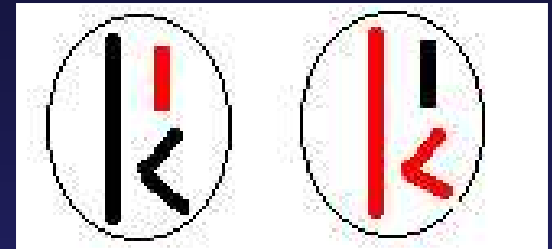
fração da população – diferença de frequência gênica



Segregação independente dos cromossomos



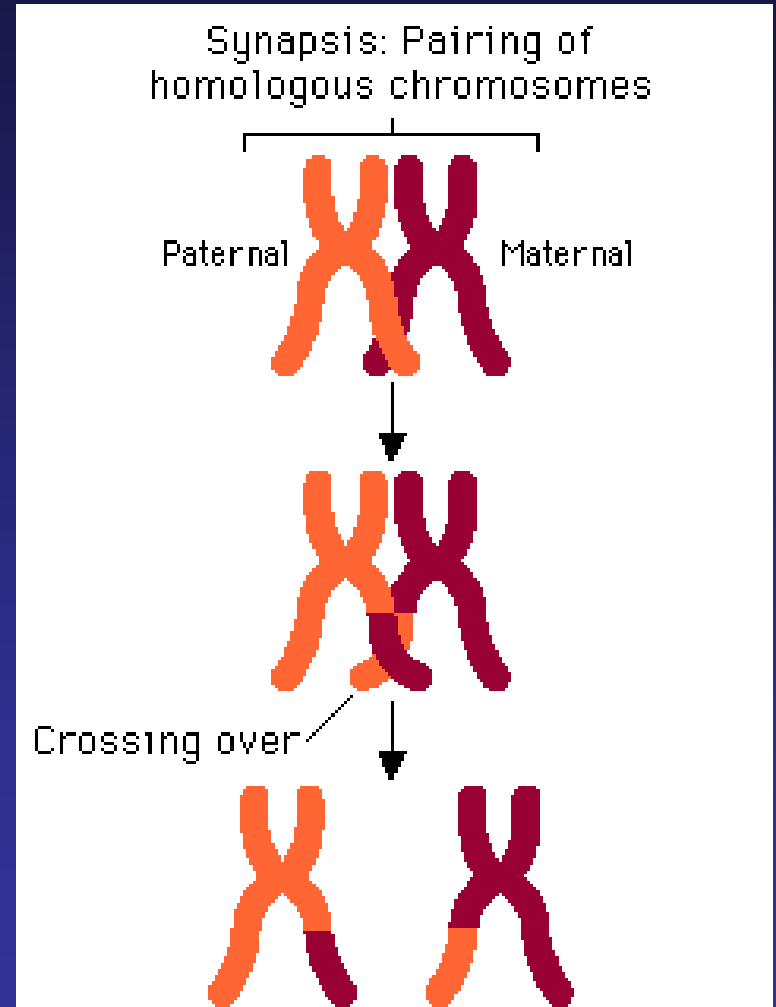
meiose



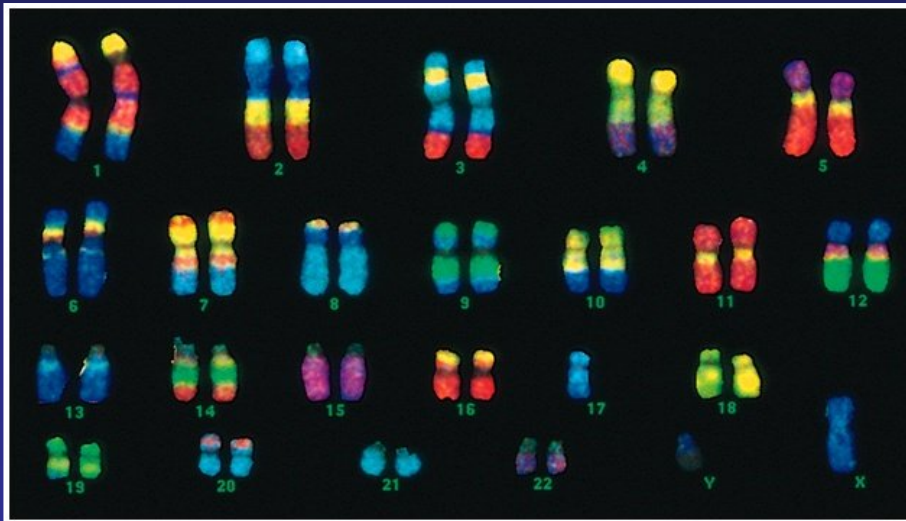
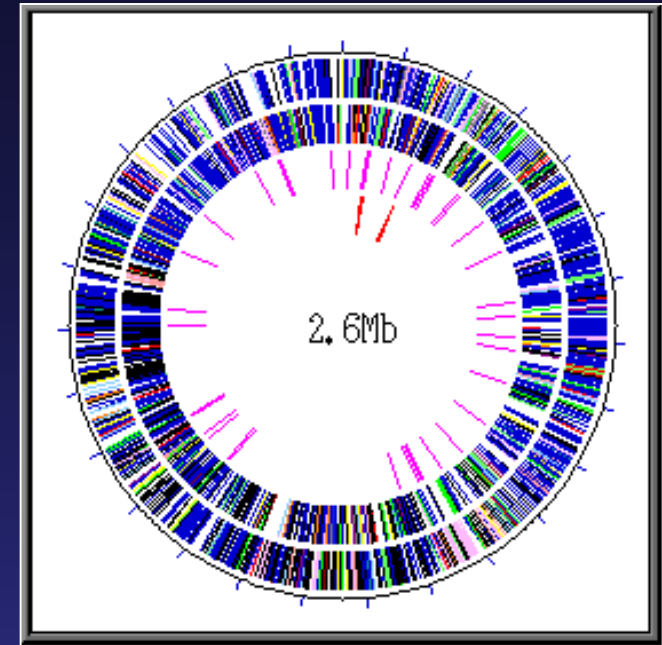
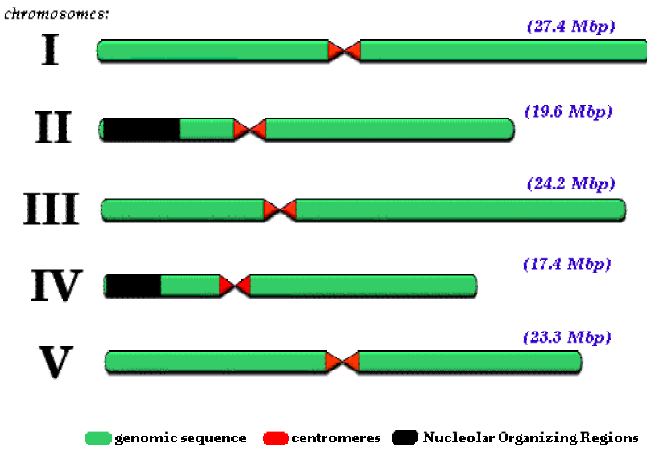
Reprodução sexuada

Crossing over

troca de fragmentos entre cromossomos homólogos



Arabidopsis thaliana



Homo sapiens



Xylella fastidiosa

Pós-síntese

Evolução neutra ou casual (King & Jukes, 1969; Crow & Kimura, 1970). Neutralidade seletiva em relação a grande parte da variabilidade genética (mutações essencialmente neutras).

Modelo estocástico de evolução

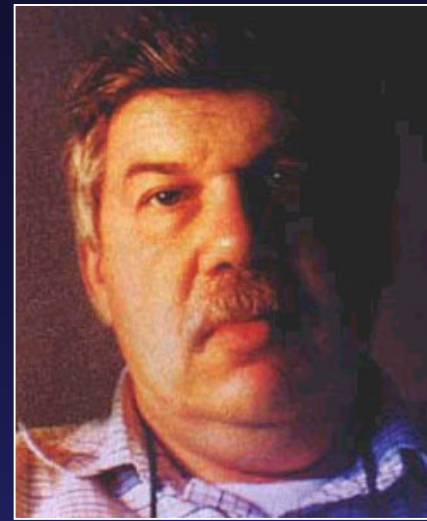


Pós-síntese

Equilíbrio Pontuado

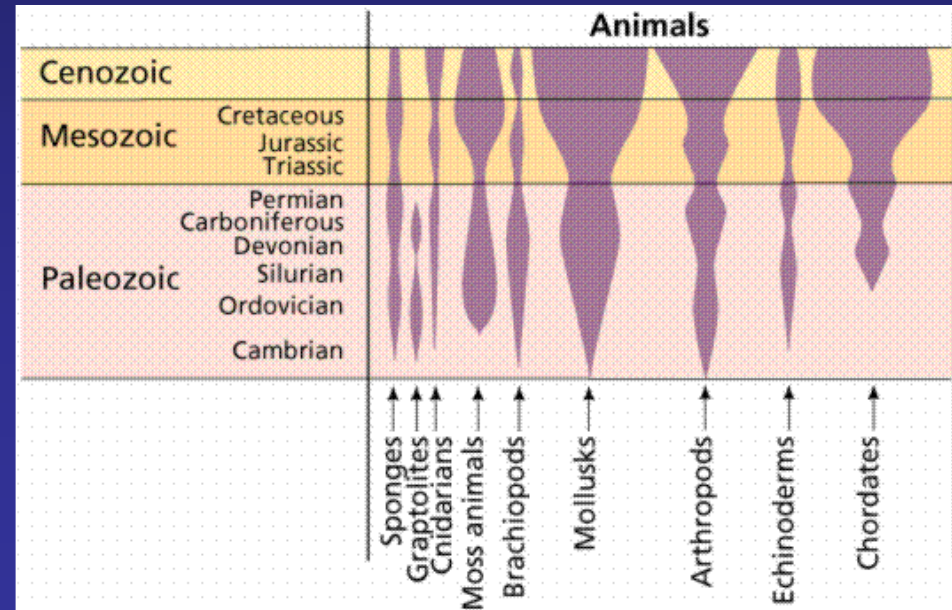
(Eldredge & Gould, 1972)

Origem da diversidade macro-evolutiva



O aparecimento de grande diversidade taxonômica (especiação) em curtos períodos seguidos por milhões de anos de equilíbrio (estase).

Explosão do Cambriano



Ensino de Evolução

Princípio unificador da biologia

(Alles, 2001; Dobzhansky, 1973; Futuyma, 1999; Gould, 2002; Mayr, 1982, 2000; Olander *et al.*, 2001)

Dificuldades:

- (1) assimilação da dimensão temporal das mudanças evolutivas,
- (2) reconhecimento da importância do pensamento populacional,
- (3) impossibilidade de se descobrir os verdadeiros grupos ancestrais dos organismos,
- (4) idéia de progresso na evolução e
- (5) as relações genealógicas entre o homem e os demais animais.

Ensino de Evolução

Abordagem evolutiva no ensino de biologia permite a **visão trans-disciplinar** ao ligar todos os ramos da biologia por meio de uma filogenia da vida. Além, é claro, de possibilitar uma **visão sócio-filosófica** de um período histórico quando tratamos do surgimento das idéias evolutivas, como e quais eram os costumes da Europa, quais as contribuições dos naturalistas que moravam no Brasil, a quem pertencia o domínio filosófico da época, entre outros temas. Permite, ainda, tratar de aspectos da **natureza da ciência**.

Obrigado!