

LGN 215 - GENÉTICA

Aula 9 - Evolução

Antonio Augusto Franco Garcia
Filipe Inácio Matias
Marianella F. Quezada Macchiavello

Departamento de Genética
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo

Sumário

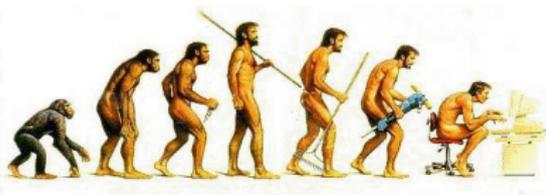
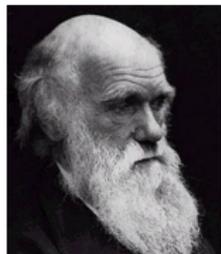
Teoria da evolução formulada por Darwin

Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo)

Literatura

Charles Robert Darwin (1809 - 1882)

- ▶ Nasceu em Shrewsbury, Inglaterra, em 12/02/1809
- ▶ Estudou medicina e, mais tarde, teologia
- ▶ Teve contatos com geólogos, botânicos, entomologistas e outros naturalistas na universidade



Charles Robert Darwin (1809 - 1882)



- ▶ Aos 22 anos embarca no navio “The Beagle”
- ▶ Uma viagem de 5 anos (1831 a 1835) como naturalista de bordo
- ▶ Encontra nessa viagem evidências a favor da evolução e contra a idéia de espécies fixas

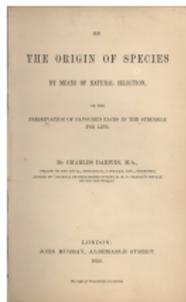
Charles Robert Darwin (1809 - 1882)

► Ilhas Galápagos



Charles Robert Darwin (1809 - 1882)

- ▶ Em 1838 desenvolveu a teoria da Seleção Natural, publicada conjuntamente com Alfred Russel Wallace em 1858
- ▶ Em 1859 publicou o livro "A Origem das Espécies"



- ▶ Introduzindo a idéia de evolução a partir de um ancestral comum, por meio de seleção natural
- ▶ Tornando-se a explicação científica dominante para a diversidade de espécies na natureza!!!

Teoria da Evolução

Darwin propôs uma nova explicação para o fenômeno aceito de evolução:

- ▶ Uma população de uma determinada espécie, em um determinado momento, incluindo indivíduos com características variadas (qualitativamente diferentes uns dos outros);
- ▶ A evolução da espécie como um todo resulta de taxas diferentes de sobrevivência e de reprodução dos vários tipos de indivíduos, de modo que as frequências relativas dos tipos mudam com o tempo;
- ▶ A população da geração seguinte conterá uma frequência maior dos tipos que são mais bem-sucedidos em sobreviver e se reproduzir sob as condições ambientais existentes (Seleção Natural);
- ▶ Segundo esta visão, a evolução é um processo aleatório!

Teoria da Evolução

Pode ser resumida em três princípios:

- ▶ Princípio da variação: entre os indivíduos de qualquer população, há variações quanto à morfologia, à fisiologia e ao comportamento
- ▶ Princípio da hereditariedade: os descendentes se assemelham aos seus genitores mais que a indivíduos não aparentados
- ▶ Princípio da seleção: algumas formas são mais bem-sucedidas do que outras em sobreviver e se reproduzir em um determinado ambiente (Seleção Natural)

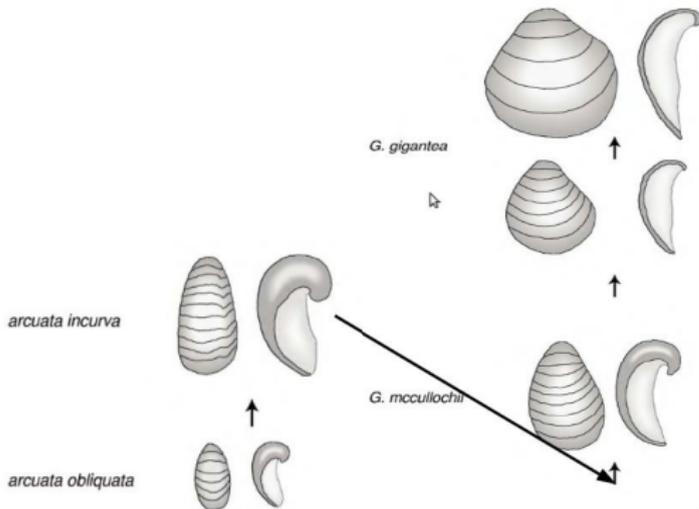
Para que ocorra evolução por um mecanismo variacional, os princípios de Darwin de variação, hereditariedade e seleção devem se manter!

Evolução

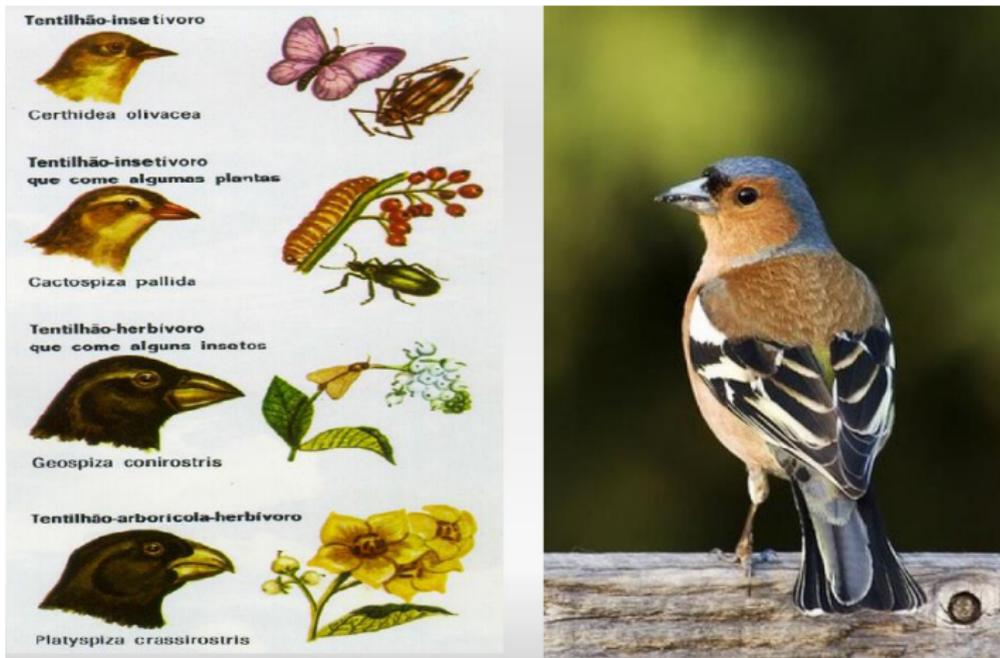
- ▶ Um processo seletivo só pode produzir uma mudança na composição de uma população se existirem algumas variações dentre as quais selecionar
- ▶ Se todos os indivíduos forem idênticos, nenhuma intensidade de reprodução diferencial dos indivíduos poderá afetar a composição da população
- ▶ A variação deve ser em parte herdável, para que a reprodução diferencial altere a composição genética da população
- ▶ As espécies não só devem mudar, mas também originar novas e diferentes espécies no curso da evolução
- ▶ As variações herdáveis fornecem a matéria-prima para as mudanças sucessivas dentro de uma espécie e para a origem de novas espécies

Evolução

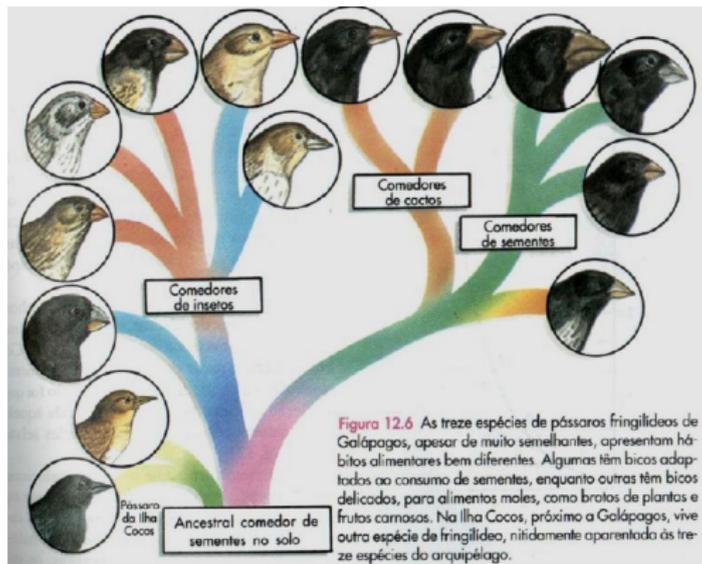
- Mudanças no tamanho e na curvatura da concha do molusco bivalvo *Gryphaea* durante sua evolução no início do período Jurássico



Evolução



Evolução



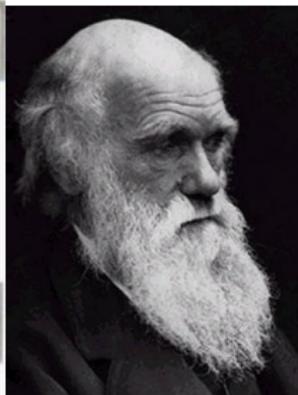
Evolução

- ▶ Diferente da teoria incorreta de LAMARCK de que o ambiente altera a forma dos indivíduos, a qual é herdada, DARWIN acreditava que a variação já existia e que o ambiente selecionava o tipo mais adaptado Seleção Natural (sobrevivência do mais apto)

Evolução - Lamarck



Evolução - Darwin



Teoria de Darwin

- ▶ Uma população não pode crescer indefinidamente por falta de recursos (alimentos são escassos)
- ▶ Competição por alimento, espaço, etc.: sobrevivem os mais adaptados (provenientes de uma população variante). Assim, esses indivíduos têm mais chance de deixar descendentes (mortalidade diferencial)
- ▶ A seleção natural é a causa dessa mortalidade diferencial
- ▶ Conceito Darwiniano de seleção natural: mortalidade diferencial
- ▶ Conceito atual (neo-darwiniano): sucesso reprodutivo diferencial

Teoria de Darwin

- ▶ 1) Todos os organismos têm potencialidade para aumentar em número em progressão geométrica;
- ▶ 2) Em cada geração, entretanto, o número de indivíduos de uma mesma espécie permanece constante;
- ▶ 3) Conclui-se que deve haver competição pela sobrevivência;
- ▶ 4) Variações (que podem ser herdadas) são encontradas entre indivíduos de todas as espécies;
- ▶ 5) Algumas variações são favoráveis a um organismo em um determinado ambiente e auxiliam na sua sobrevivência e reprodução;
- ▶ 6) Variações favoráveis são transmitidas para os descendentes e, acumulando-se com o tempo, dão origem a grandes diferenças. Assim, eventualmente, novas espécies são produzidas a partir de espécies antigas.

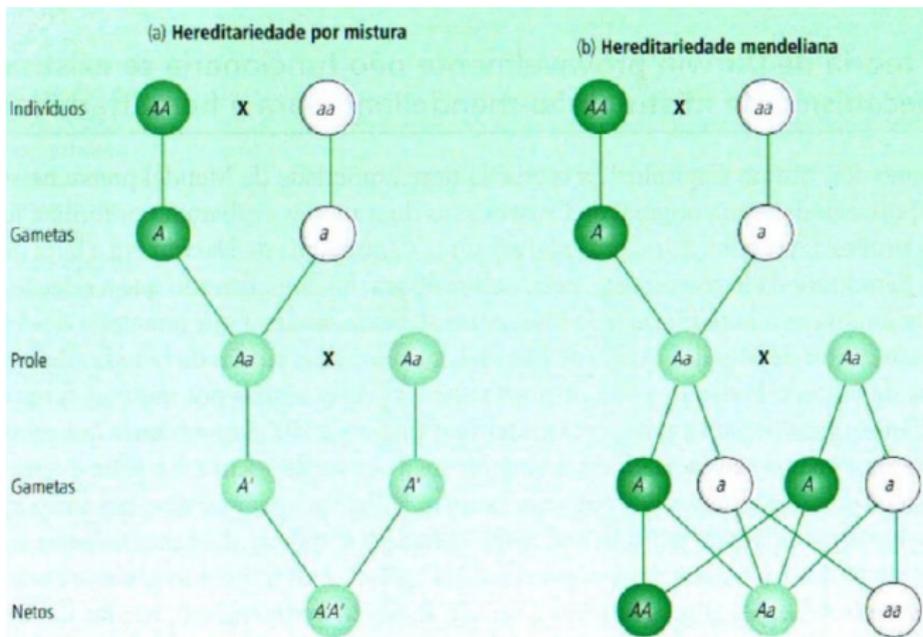
Teoria de Darwin

- ▶ Darwin tem esta idéia em 1838, mas só apresenta em 1858 junto com a mesma teoria de Wallace, mas com mais evidências.
- ▶ Em 1859, publica a “Origem das Espécies” (1ª edição em 1859 e última edição em 1872), que contém duas teses separadas:
 - a) Todos os organismos descenderam com modificação a partir de ancestrais comuns
 - b) O principal agente de modificação é a seleção natural sobre a variação individual

Darwinismo e Mendelismo

- ▶ Grande falha de Darwin: desconhecia as causas da variação hereditária
- ▶ Acreditava, junto a criadores de animais, que haviam substâncias de natureza fluida, e que o caráter intermediário dos híbridos era resultante da “mistura” em seus corpos, de fluídos dos ascendentes
- ▶ Críticas à seleção natural:
 - Fleming Jenkin (seleção natural não poderia escolher os melhores fluidos numa mistura)

Darwinismo e Mendelismo



Teoria Sintética da Evolução

- ▶ Sob o ponto de vista genético, a evolução corresponde a “qualquer alteração das frequências alélicas da população, visando torná-la mais adaptada”
- ▶ Variabilidade: condição básica para que ocorram processos evolutivos
- ▶ Os fatores que alteram as frequências alélicas das populações são agrupados no que se denomina Teoria Sintética da Evolução e se fundamenta nos seguintes processos:
 - a) Processo que cria variabilidade – mutação
 - b) Processos que ampliam a variabilidade – recombinação genética, hibridação, alterações na estrutura e número de cromossomos e migração
 - c) Processos que orientam as populações para maior adaptação – seleção natural, deriva genética e isolamento reprodutivo

Processo que cria variabilidade

► **Mutações pontuais ou mutações gênicas:**

- alterações na sequência do DNA de um gene;
- substituição de nucleotídeos na região codificante de um gene;
- inversões na ordem dos nucleotídeos, resultando na codificação de um amino-ácido diferente na cadeia polipeptídica;
- adição ou deleção de um nucleotídeo na área codificante, que pode causar mudança na leitura e produzir uma proteína diferente;

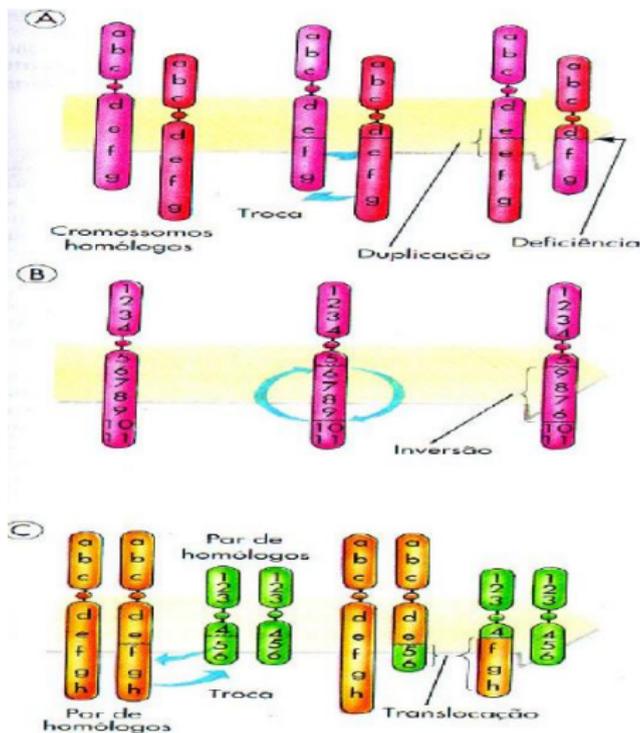
Processos que ampliam a variabilidade

► **Mutações cromossômicas estruturais:**

- resultado da quebra e reunião de cromossomos;
- podem afetar um único gene quando a quebra ocorre numa região codificante;
- causam deleções e duplicações de pequenos segmentos, bem como inversões e translocações de segmentos cromossômicos;
- esses rearranjos modificam grupos de ligação dos cromossomos envolvidos;

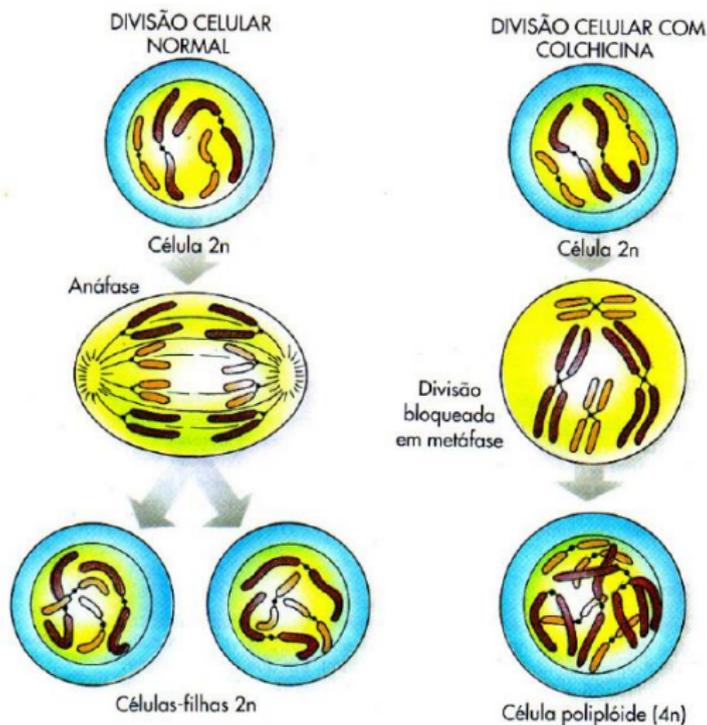
Processos que ampliam a variabilidade

- ▶ Mutações cromossômicas estruturais:



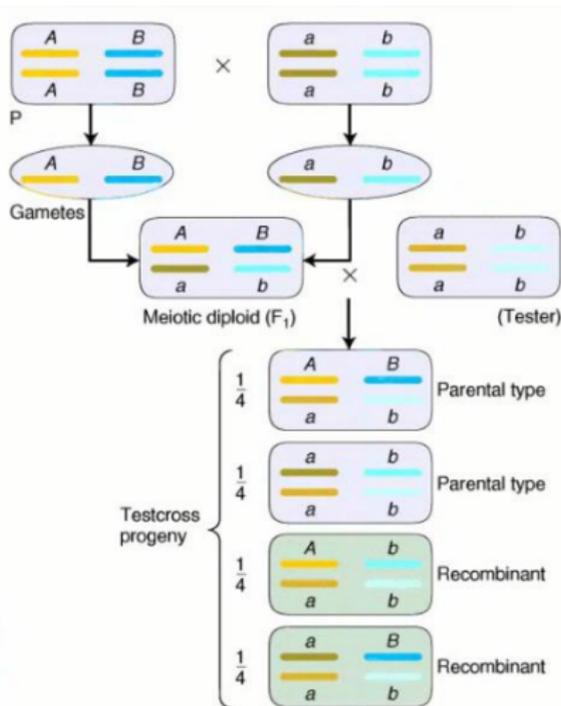
Processos que ampliam a variabilidade

- ▶ Mutações cromossômicas numéricas:



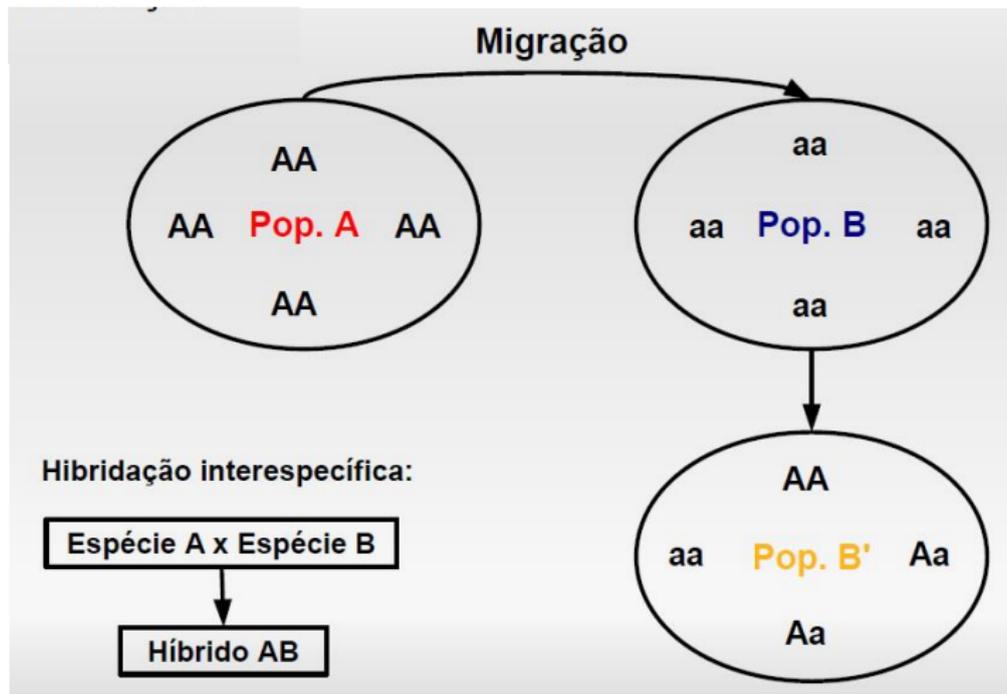
Processos que ampliam a variabilidade

► Recombinação:



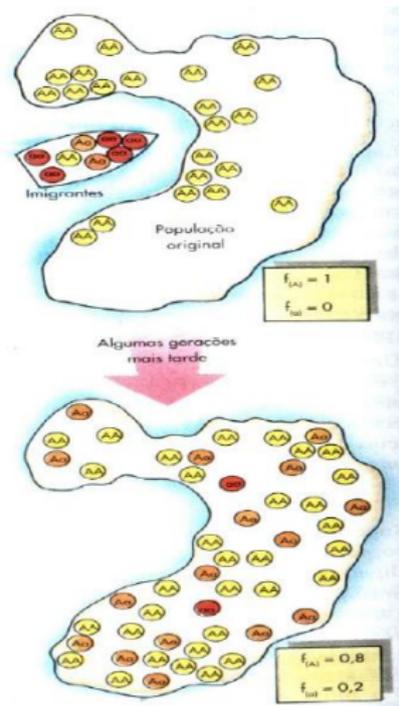
Processos que ampliam a variabilidade

► Hibridação:



Processos que ampliam a variabilidade

► Migração:

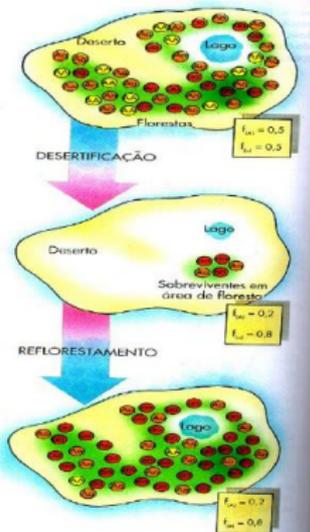


Processos que levam a maior adaptação

► Deriva genética:



Efeito de Afunilamento (gargalo de garrafa)



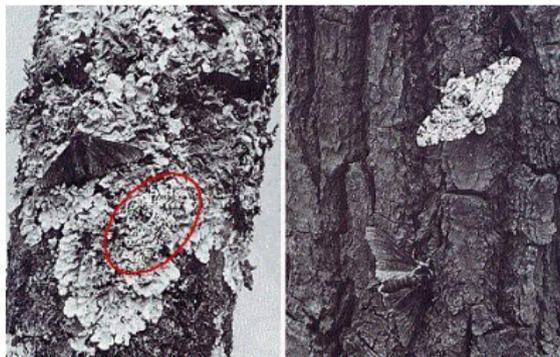
Processos que levam a maior adaptação

▶ **Seleção Natural:**

- mecanismo direcional, não aleatório

▶ **Exemplo clássico de Seleção Natural:**

- Mariposas (*Biston betularia*): estudada por Ford e Kettlewell (Inglaterra)
- Pousavam em árvores do gênero *Betula*, com líquens
- Polimorfismo p/ coloração:
- forma typica (cor cinza claro)
- forma carbonária (cor escura)
- Predadores: duas espécies de pássaros



Seleção Natural

- ▶ Experimentos por Kettlewell:

- Criou milhares de mariposas. Marcou-as e soltou-as em duas áreas. Recapturou-as.

A) Área industrial próximo a Birmingham:

- 13% forma typica
- 27,5% forma carbonária

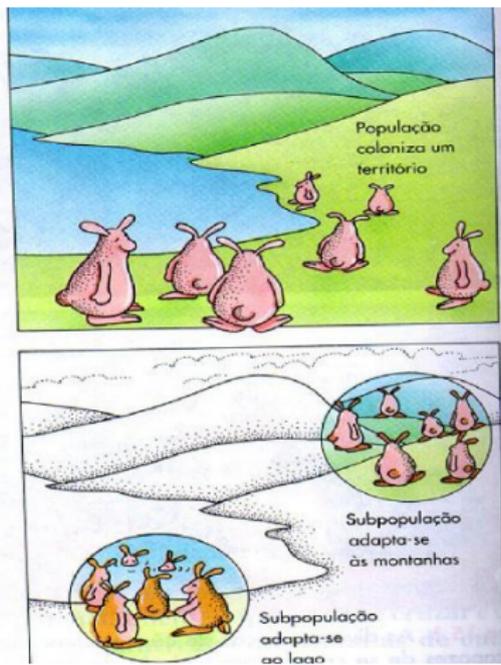
B) Área não industrial de Dorset:

- 14,6% forma typica
- 4,7% forma carbonária

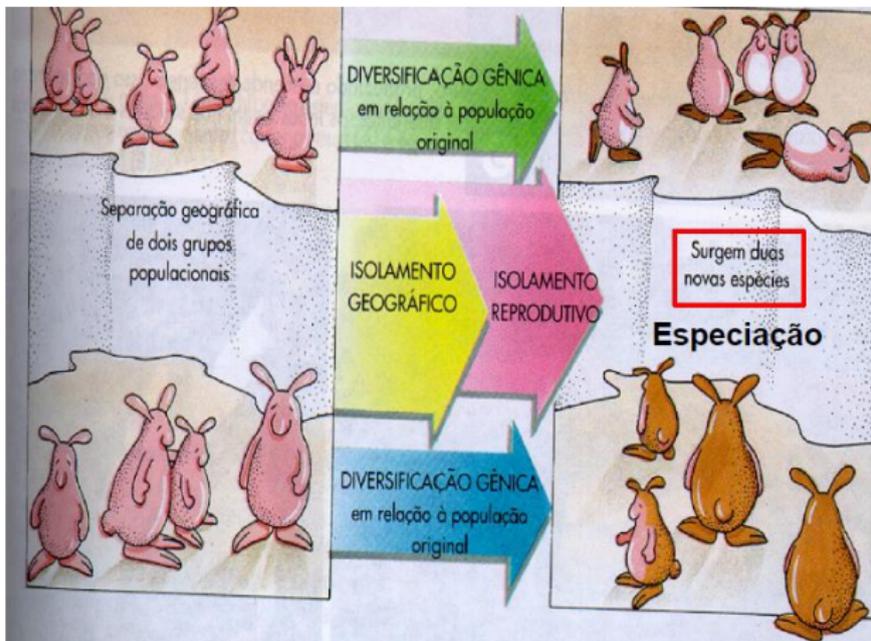
Processos que levam a maior adaptação

- ▶ **Isolamento reprodutivo:** processo que dificulta ou impede a troca de alelos entre duas populações e é essencial para a formação de espécies novas, bem como para a manutenção da identidade de cada uma. Compreende (Stebbins, 1970):
 - Mecanismos pré-zigóticos: impedem a fertilização e formação do zigoto
 - Mecanismos pós-zigóticos: a fecundação ocorre e os zigotos híbridos são formados, mas estes são inviáveis ou dão origem a indivíduos fracos ou estéreis

Migração



Isolamento geográfico e reprodutivo



Leitura recomendada



M.A.P RAMALHO, J.B. SANTOS, and C.A.B.P. PINTO.
Capítulo 15: Teoria sintética da evolução.
Genética na Agropecuária, 2004.



D.P. SNUSTAD and M.J. SIMMONS.
Capítulo 27: Genética evolutiva.
Fundamentos de Genética, 2010.