

@language
portuguese

Interdisciplinaridade

Por quê estudar?

Evolução biológica

Teoria(s)

Descendência comum

A árvore universal

Universalidade

Modelo:

Hardy-Weinberg

Seleção natural

Deriva gênica

Efeito do fundador

Coevolução

Causas

O homem

[Homepage](#)

[Página de Rosto](#)



[Página 1 de 24](#)

[Voltar](#)

[Full Screen](#)

[Fechar](#)

[Desistir](#)

As bases evolutivas da Saúde Pública

Teoria da evolução

Claudia Torres Codeço

codeco@procc.fiocruz.br

22 de Julho de 2003

Por quê estudar?

Evolução biológica

Teoria(s)

Descendência comum

A árvore universal

Universalidade

Modelo:

Hardy-Weinberg

Seleção natural

Deriva gênica

Efeito do fundador

Coevolução

Causas

O homem

Homepage

Página de Rosto



Página 2 de 24

Voltar

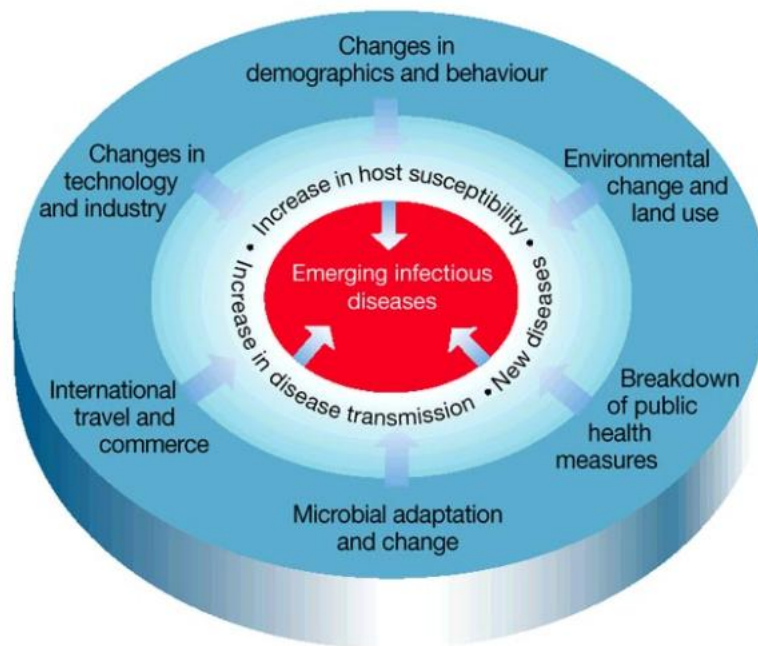
Full Screen

1. Interdisciplinaridade

- Epidemiologia: dinâmica de doenças na população
- Genética de populações: dinâmica de frequências gênicas na população
- Ecologia de populações: dinâmica de populações e seus mecanismos de controle
- Evolução: bases teóricas

"A fusão de disciplinas diferentes é um casamento pré-arranjado entre parceiros de linguas diferentes (Roughgarden, 1971)"

2. Por quê estudar?



Homepage

Página de Rosto



Página 3 de 24

Voltar

Full Screen

Interdisciplinaridade

Por quê estudar?

Evolução biológica

Teoria(s)

Descendência comum

A árvore universal

Universalidade

Modelo:

Hardy-Weinberg

Seleção natural

Deriva gênica

Efeito do fundador

Coevolução

Causas

O homem

Homepage

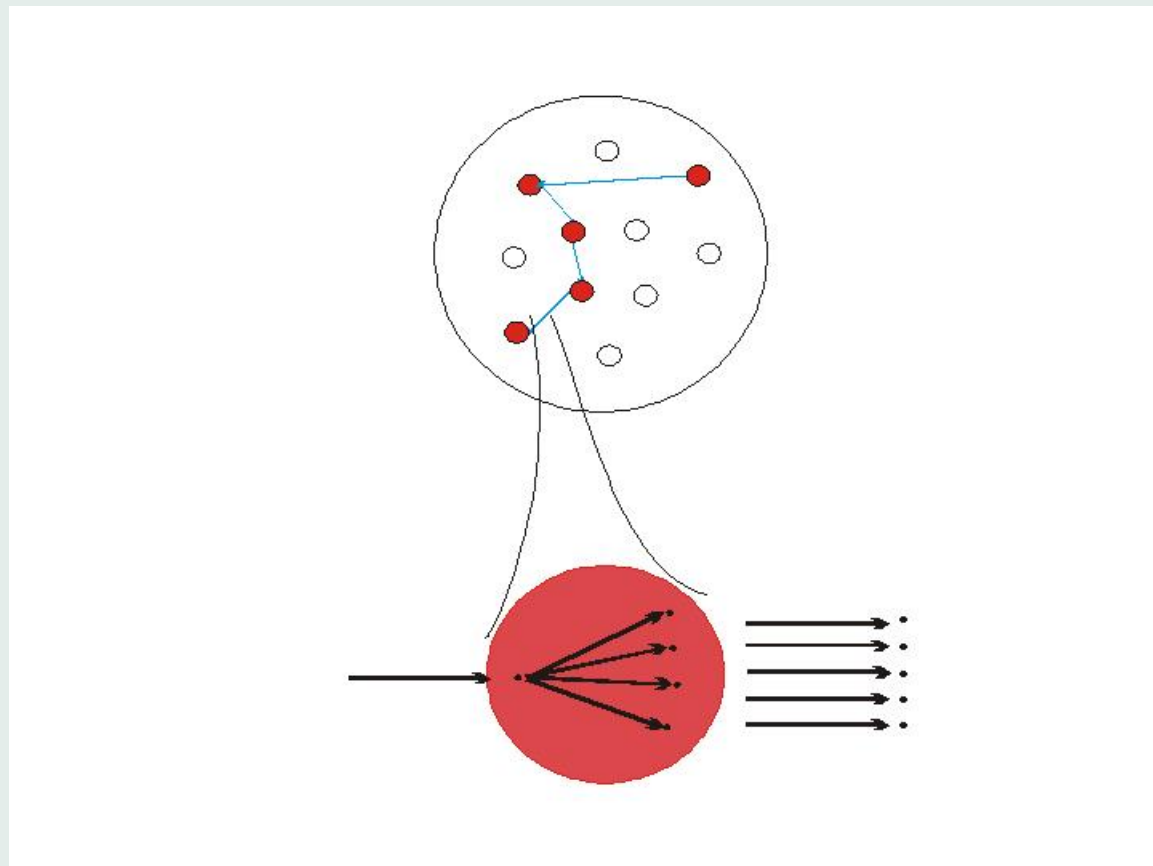
Página de Rosto



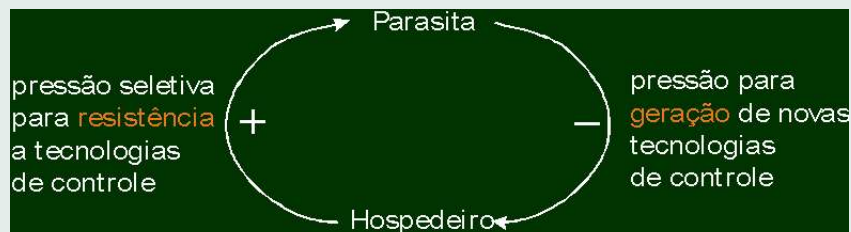
Página 4 de 24

Voltar

Full Screen



1. Manejo da virulência?
2. Manejo da resistência?
3. Extinção x coexistência?
4. Predição de caminhos evolutivos?



A natureza não é estática. Ela responde às nossas ações evoluindo novas estratégias de vida.

3. Evolução biológica

- Definição 1: "“Mudanças nas propriedades de populações de organismos que transcendem a vida de um único indivíduo. Mudanças consideradas evolutivas são aquelas herdadas de uma geração para outra, codificadas no material genético. (Distinguir de evolução/herança cultural)”. Douglas J. Futuyma in *Evolutionary Biology*, Sinauer Associates 1986
- Definição 2: "“Evolução é definida como qualquer alteração nas frequências alélicas de uma população, de uma geração para a outra.” Helena Curtis and N. Sue Barnes, *Biology*, 5th ed. 1989 Worth Publishers, p.974

3.0.0.1. Dois componentes

- Diversificação: Variabilidade geográfica. Origem de novas espécies. Evolução horizontal. Macroevolução.
- Transformação: Não-constância das espécies. Alteração das frequências gênicas. Evidência proveniente dos fósseis. Evolução vertical. Microevolução.

Interdisciplinaridade

Por quê estudar?

Evolução biológica

Teoria(s)

Descendência comum

A árvore universal

Universalidade

Modelo:

Hardy-Weinberg

Seleção natural

Deriva gênica

Efeito do fundador

Coevolução

Causas

O homem

Homepage

Página de Rosto



Página 7 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

4. Teoria(s)

- Descendência Comum
- Evolução gradual
- Especiação
- Seleção Natural



5. Descendência comum

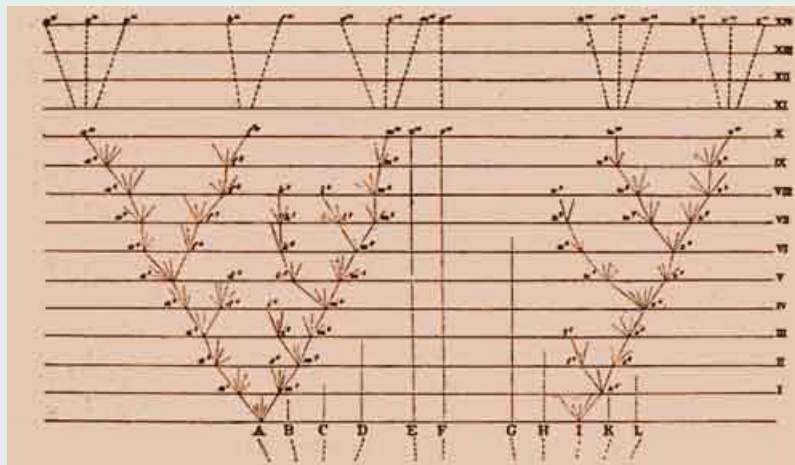


Figura 1: A árvore filogenética de Darwin (1859)

6. A árvore universal

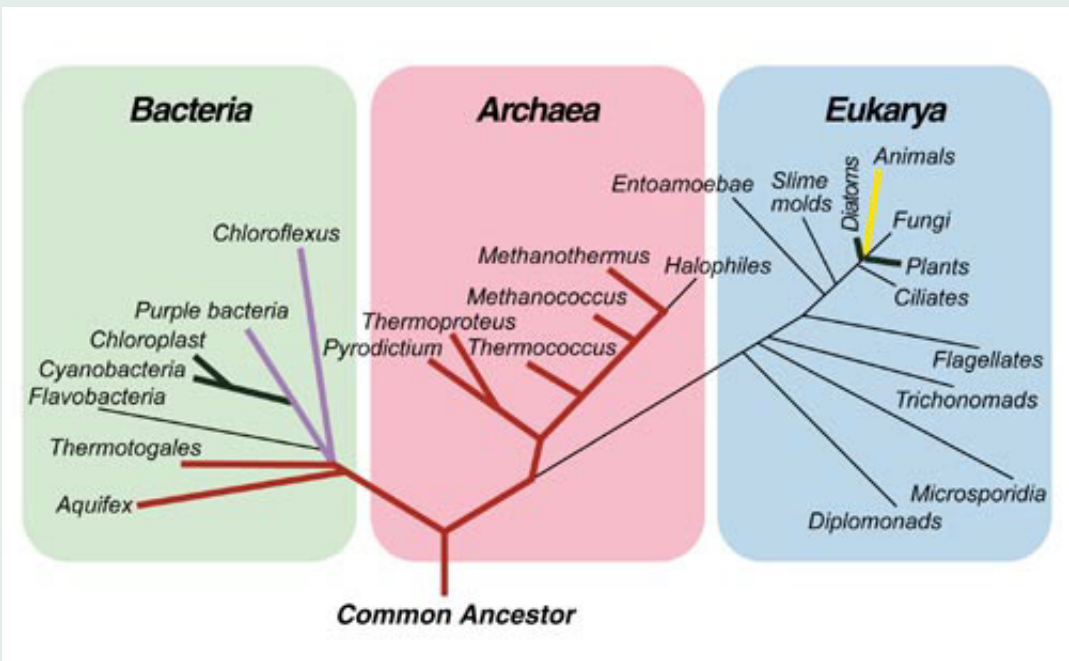


Figura 2:

Homepage

Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 9 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

7. Universalidade

7.0.0.1. Tierra: vida artificial

- Indivíduo: procedimentos de auto-identificação, reprodução, e cópia
- Ciclo de vida:
 1. Localizar o tag de início do programa
 2. Localizar o tag de fim do programa
 3. Calcular tamanho
 4. Alocar espaço na memória do tamanho calculado para o filho
 5. Copiar programa linha por linha (mutação)
 6. Abandona os direitos de escrita para o filho

7.0.0.2. Evolução de estratégias de vida

- parasitas: perdem procedimentos de cópia
- hospedeiros: defesa - auto-reconhecimento
- parasitas: novas formas de acesso
- hiperparasitas
- cooperação

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 11 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

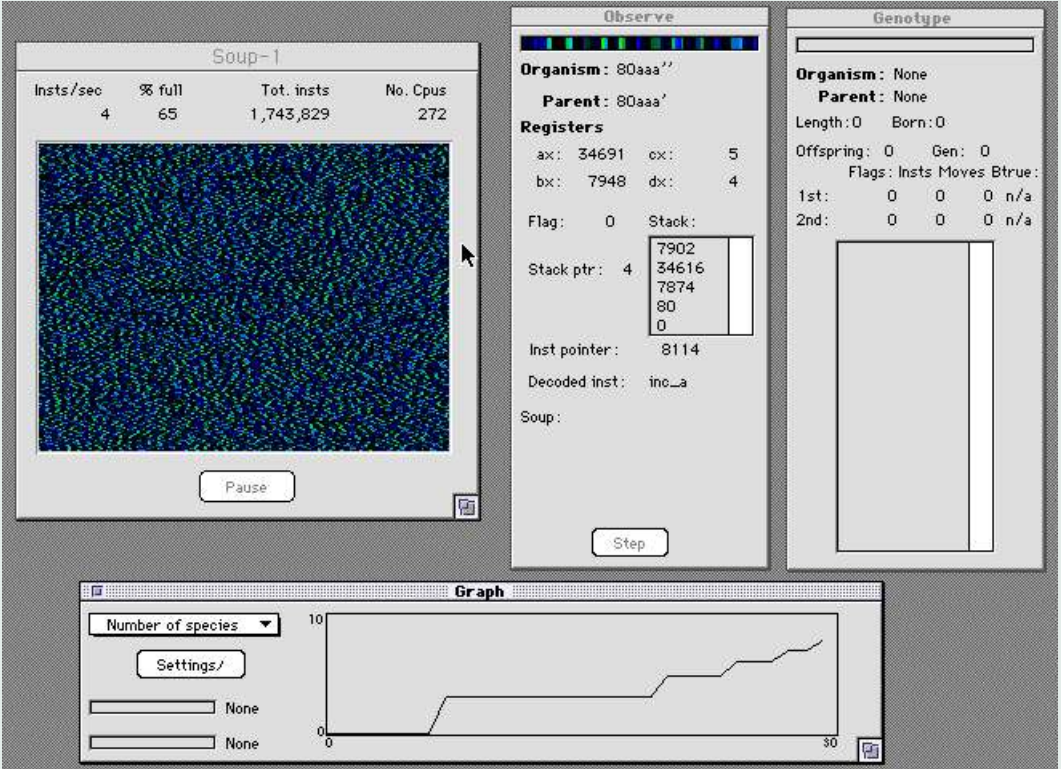


Figura 3: Tierra

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀▶

◀▶

Página 12 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

8. Modelo:

- Modelo: 1 gene com dois alelos: dominante A e recessivo a
- Genótipos: N_{AA}, N_{Aa}, N_{aa}
- População: $N = N_{AA} + N_{Aa} + N_{aa}$
- Frequências genotípicas:

$$D = \frac{N_{AA}}{N}$$

$$H = \frac{N_{Aa}}{N}$$

$$R = \frac{N_{aa}}{N}$$

- Frequências gênicas:

$$p = \frac{2N_{AA} + N_{Aa}}{2N}$$

$$q = \frac{2N_{aa} + N_{Aa}}{2N}$$

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg**
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀◀ ▶▶

◀ ▶

Página 13 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

9. Hardy-Weinberg

O Princípio de H-W relaciona a frequência de genótipos e fenótipos na ausência de forças evolutivas:

9.0.0.1. Pressupostos

- População grande
- Acasalamento ao acaso
- Sem mutação ou equilíbrio mutacional
- Sem migração
- Sem seleção

$$\begin{array}{cc} p(A) & q(a) \\ p(A) & p^2 \quad pq \\ q(a) & pq \quad q^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} D_0 & D_1 = p_0^2 & D_2 = p_0^2 & D_t = p_0^2 \\ H_0 \rightarrow & H_1 = 2p_0q_0 & H_2 = 2p_0q_0 & H_t = 2p_0q_0 \\ R_0 & R_1 = q_0^2 & R_2 = q_0^2 & R_t = q_0^2 \end{array}$$

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg**
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

9.0.0.2. Exemplo: 1 em 1700 crianças nascem com fibrose cística

	$p(A)$	$q(a)$
$p(A)$	p^2	pq
$q(a)$	pq	$1/1700$

$$q^2 = 1/1700 = 0.00059$$
$$q = 0.024$$
$$p = 1 - 0.024 = 0.976$$

	$p(A)$	$q(a)$
$p(A)$	0.953	0.047
$q(a)$	0.047	0.00059

Homepage

Página de Rosto



Página 14 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir



10. Seleção natural

- Fato 1. Excesso de fertilidade. Potencial para crescimento exponencial da população (Teoria de Malthus).
- Fato 3. Recursos são limitados.
- Fato 2. Exceto em relação a flutuações anuais menores, e flutuações ocasionais maiores, as populações são normalmente estáveis.
- Inferência 1. Luta pela sobrevivência. Deve haver uma luta feroz pela vida que resulta na sobrevivência de parcela pequena da progênie.
- Fato 4. Não existem dois indivíduos exatamente iguais (grande variabilidade intra-indivíduos)
- Fato 5. Grande parte da variabilidade é herdável
- Inferência 2. Sobrevivência do mais apto. O resultado da luta pela vida depende, em parte, da constituição hereditária dos indivíduos. Tal sobrevivência desigual constitui num processo de seleção natural
- Inferência 3. Adaptação. No curso das gerações, a seleção natural conduzirá a uma mudança gradual das populações, isto é, à evolução e à geração de novas espécies melhores adaptadas ao meio ambiente.

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 16 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

10.0.0.1. Efeito da seleção

- Fitness (W) é definido como a contribuição de cada genótipo para a geração seguinte

$$W_{AA}, W_{Aa}, W_{aa}$$

onde

$$W_i = \text{Pr}(\text{sobrevida}_i) \times \text{fecundidade}_i$$

- Exemplo:

$$\begin{aligned} W_{AA} &= 0.75 \times 100 = 75 \\ W_{Aa} &= 0.5 \times 50 = 25 \\ W_{aa} &= 0.2 \times 25 = 5 \end{aligned}$$

$$p_{t+1} = \frac{p_t^2 W_{AA} + p_t q_t W_{Aa}}{\bar{W}}$$

$$q_{t+1} = \frac{q_t^2 W_{aa} + p_t q_t W_{Aa}}{\bar{W}}$$

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural**
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀◀

▶▶

◀

▶

Página 17 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

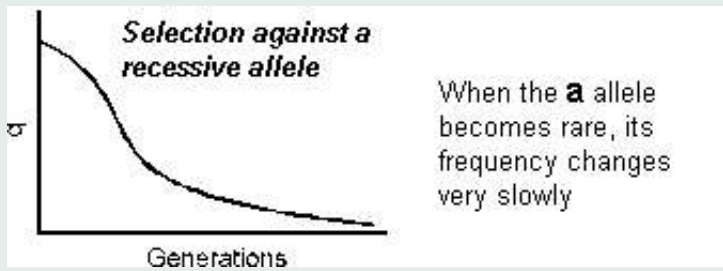


Figura 4:

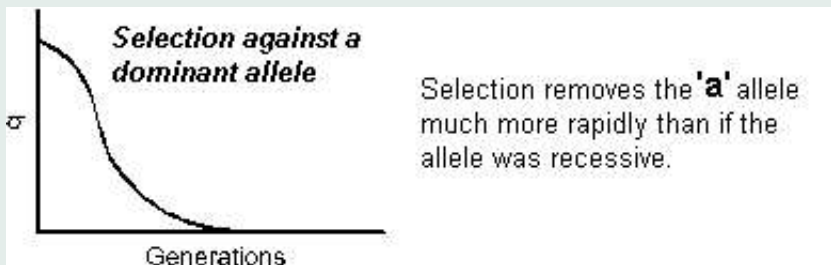


Figura 5:

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural**
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀◀

▶▶

◀

▶

Página 18 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

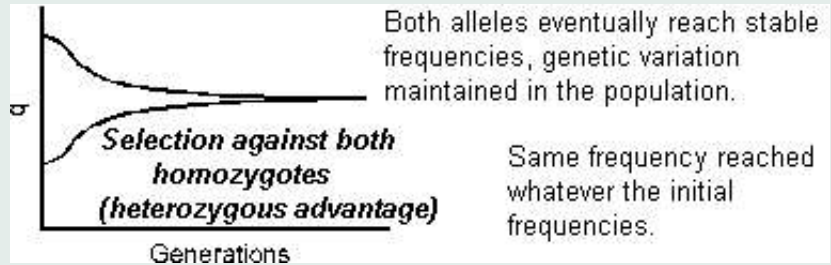


Figura 6:

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

⏪ ⏩

◀ ▶

Página 19 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

11. Deriva gênica

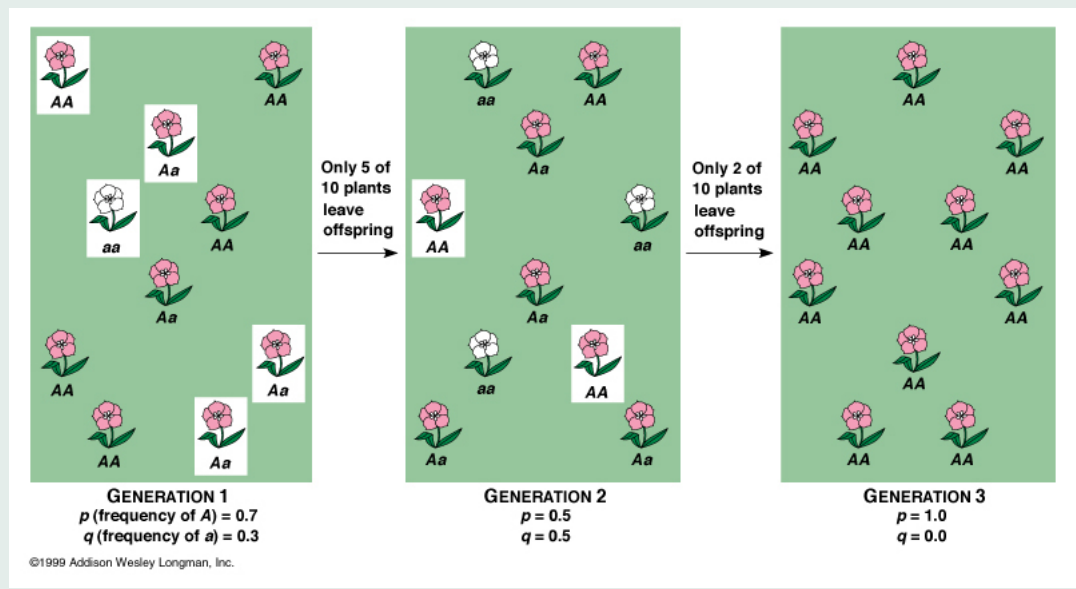


Figura 7: Deriva gênica

11.0.0.1. Evolução por deriva gênica

- Gene com 2 alelos A e a
- População com N indivíduos ($2N$ genes)
- Número de genes de um dado alelo na geração seguinte segue uma $Bin(2N, p)$

$$\binom{2N}{k} p^k (1-p)^{2N-k}$$

Considere uma população com 4 indivíduos e 6 alelos A :

$$p = 6/8 = 0.75$$

Probabilidade de extinção do alelo A

$$\binom{8}{0} 0.75^0 \times 0.25^8 = 1.5 \times 10^{-5}$$

Probabilidade de fixação do alelo A

$$\binom{8}{8} 0.75^8 \times 0.25^0 = 0.965$$

Probabilidade de manutenção de ambos os alelos:

$$1 - 0.965 - 1.5 \times 10^{-5} = 0.032$$

○ que acontece quando $N=40$? e $N=100$?

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador**
- Coevolução
- Causas
- O homem

Homepage

Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 21 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

12. Efeito do fundador

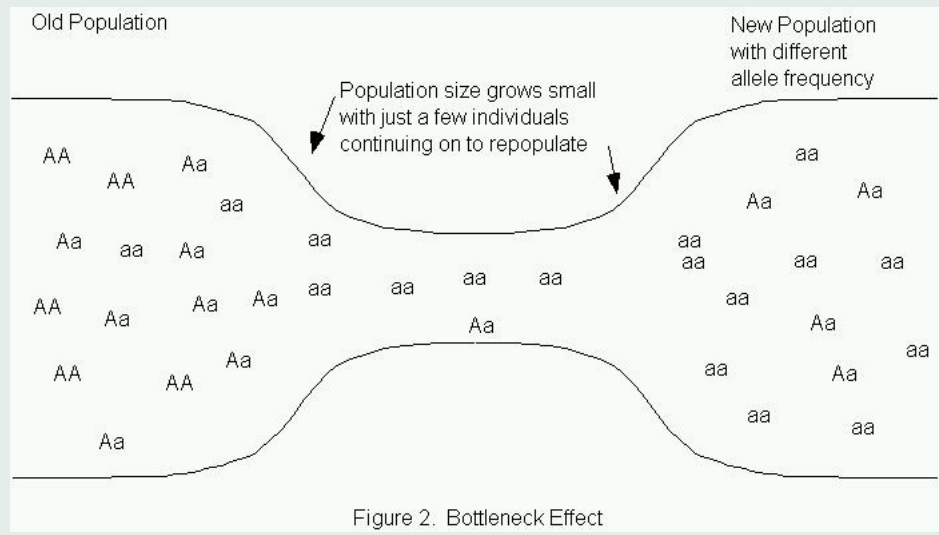


Figure 2. Bottleneck Effect

Figura 8: Efeito do fundador

Exemplos: falta de grupo sanguíneo tipo B dentre índios americanos (seleção ou efeito do fundador?)

Interdisciplinaridade

Por quê estudar?

Evolução biológica

Teoria(s)

Descendência comum

A árvore universal

Universalidade

Modelo:

Hardy-Weinberg

Seleção natural

Deriva gênica

Efeito do fundador

Coevolução

Causas

O homem

Homepage

Página de Rosto



Página 22 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

13. Coevolução



A Rainha Vermelha: "in this place it takes all the running you can do, to keep in the same place"

14. Causas

14.0.0.1. Causas proximais ou mecânicas:

- Como o sistema imunológico funciona?
- Como HIV se replica?
- Como a infecção por HIV leva a Aids?
- Como surge a resistência a antiretrovirais?

14.0.0.2. Causas últimas ou evolutivas:

- Por quê alguns parasitas são mais virulentos do que outros?
- Por quê alguns esquemas terapêuticos aceleram o surgimento de resistência?
- Por quê alguns parasitas são mais polimórficos do que outros?

- Interdisciplinaridade
- Por quê estudar?
- Evolução biológica
- Teoria(s)
- Descendência comum
- A árvore universal
- Universalidade
- Modelo:
- Hardy-Weinberg
- Seleção natural
- Deriva gênica
- Efeito do fundador
- Coevolução
- Causas
- O homem**

Homepage

Página de Rosto



Página 24 de 24

Voltar

Full Screen

Fechar

Desistir

15. O homem



Figura 9: