

Aula 2

Evolução em Populações finitas: Deriva genética

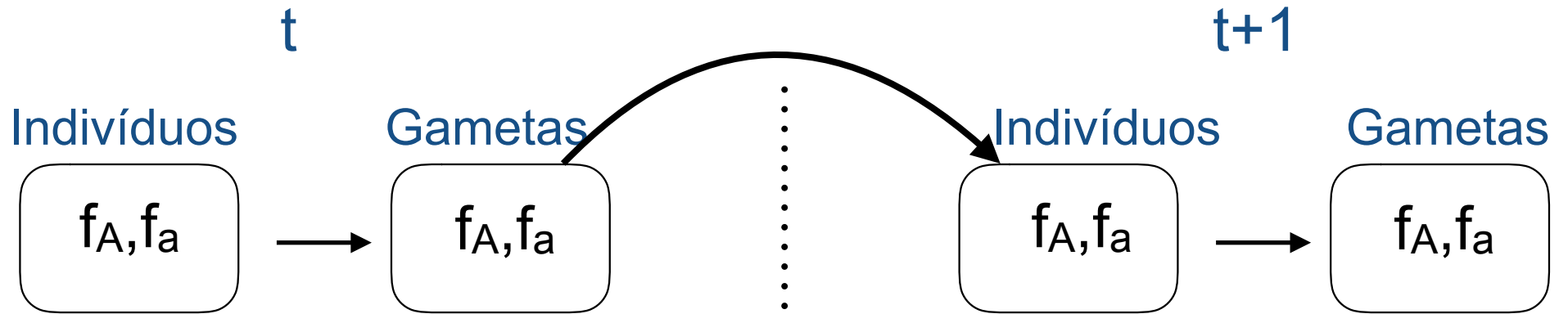
Bio 0208 - 2019

Diogo Meyer

Departamento de Genética e Biologia Evolutiva
Universidade de São Paulo

Ridley 6.1-6.4

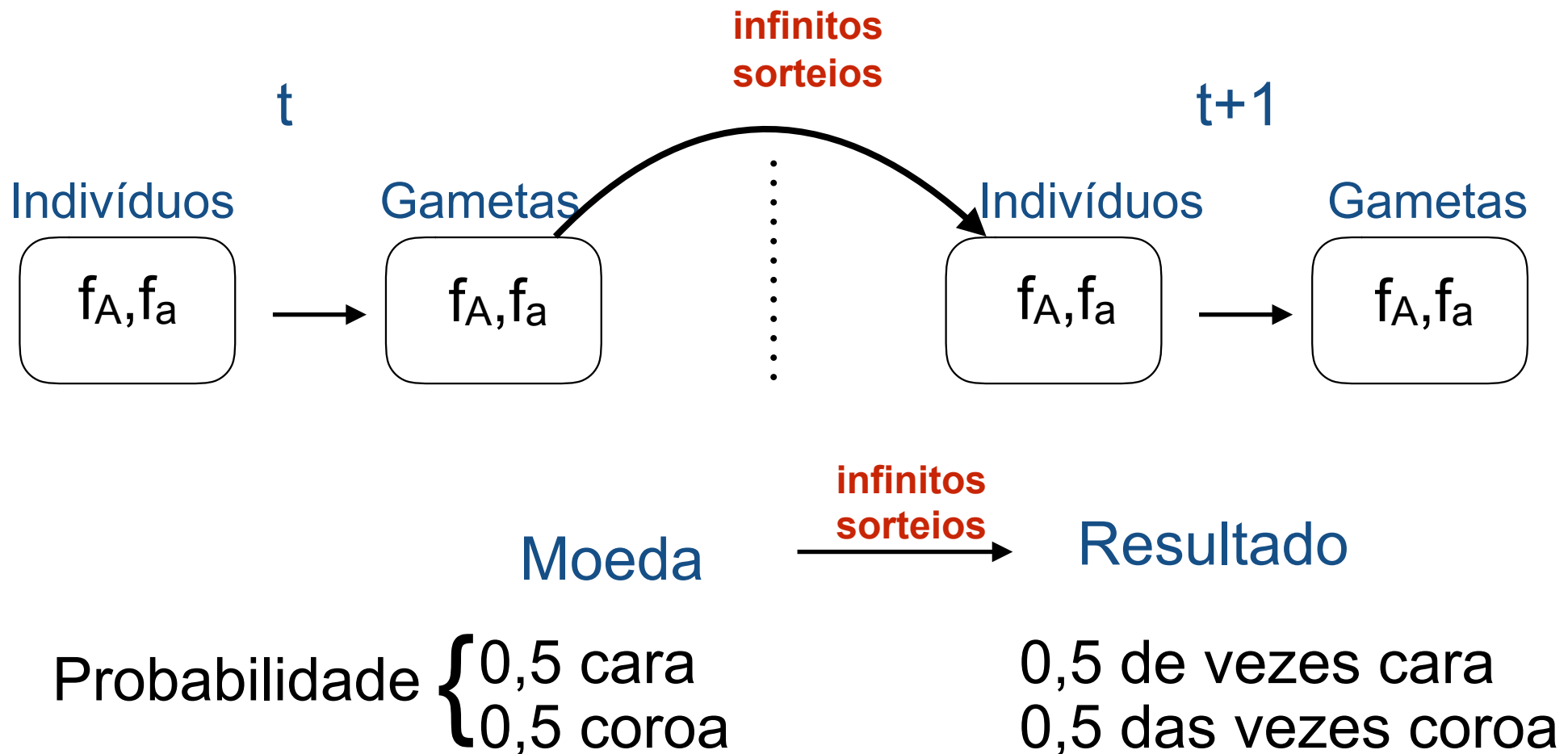
O modelo HW



O modelo HW



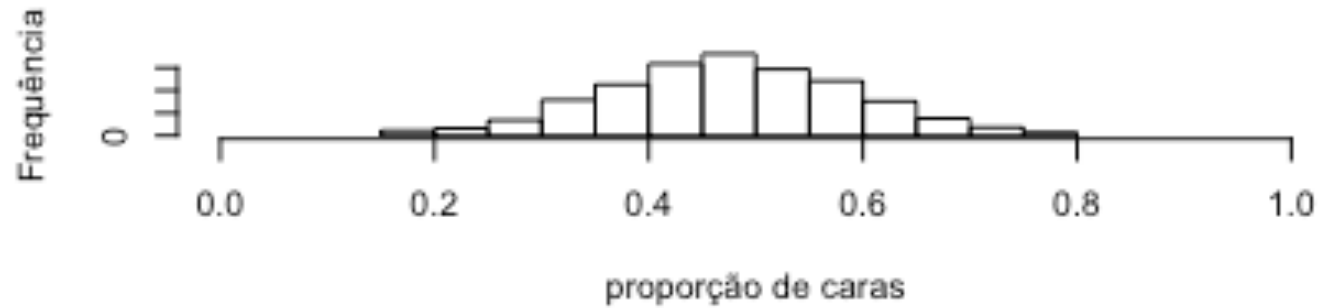
O modelo HW



Modelo determinístico: população infinita, prevemos exatamente o que acontecerá

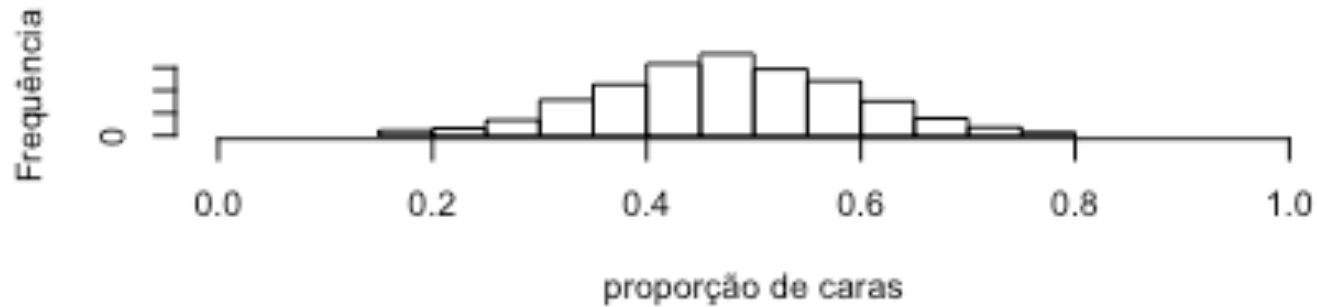
Um exemplo com moedas

Ensaio: jogar moeda 20 vezes

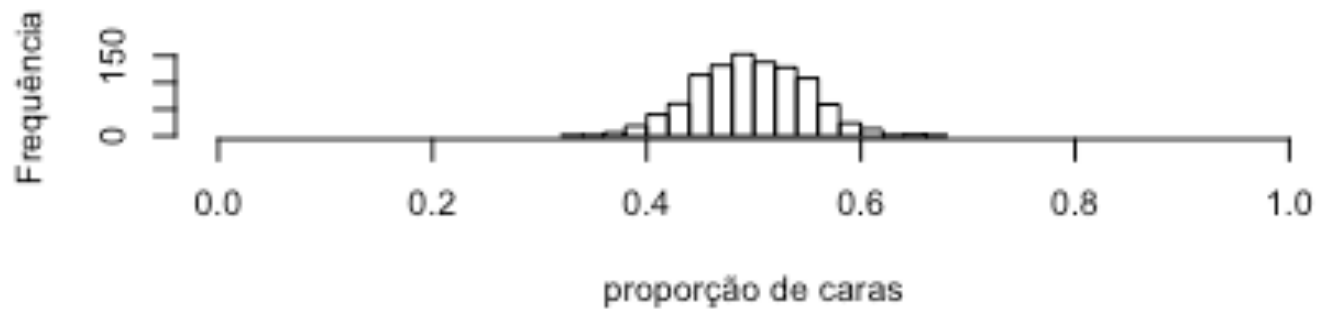


Um exemplo com moedas

Ensaio: jogar moeda 20 vezes

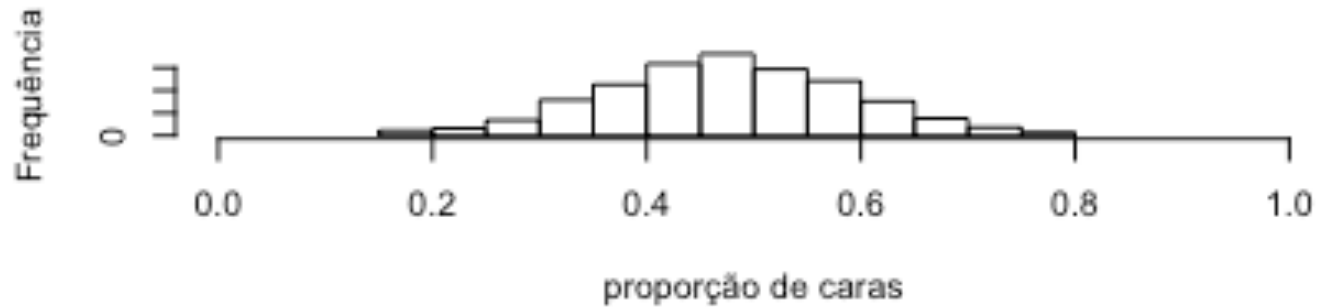


Ensaio: jogar moeda 100 vezes

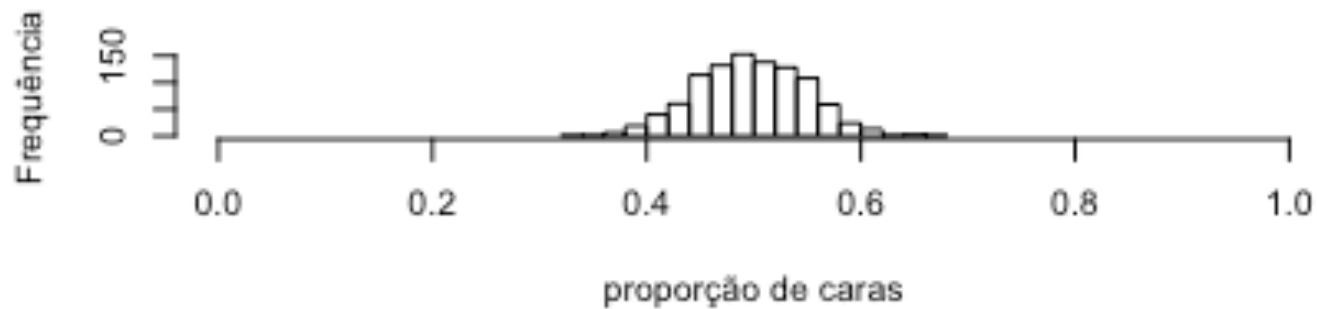


Um exemplo com moedas

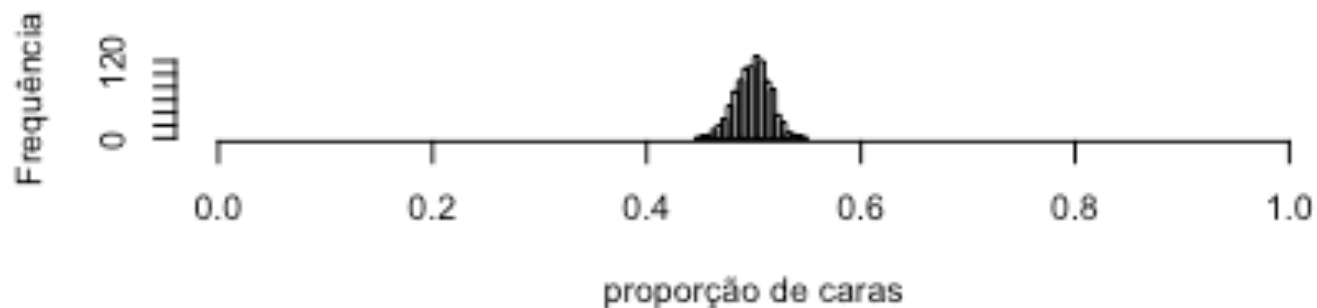
Ensaio: jogar moeda 20 vezes



Ensaio: jogar moeda 100 vezes



Ensaio: jogar moeda 1000 vezes



O modelo básico para populações finitas: Wright-Fisher (1930)



Sewall Wright, (1889-1988)



Ronald Aylmer Fisher
(1890-1962)

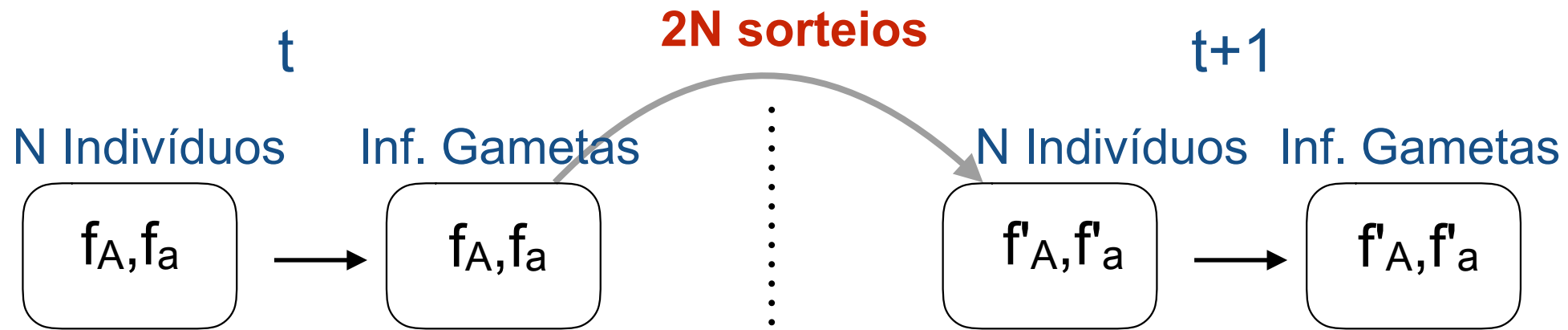
O modelo básico de deriva: Wright-Fisher

- Todos alelos têm probabilidade idêntica de serem sorteados (não há seleção)
- Não há migração ou mutação
- Uma população de N indivíduos tem $2N$ cópias gênicas
- A próxima geração terá $2N$ cópias gênicas, sorteados ao acaso da geração anterior

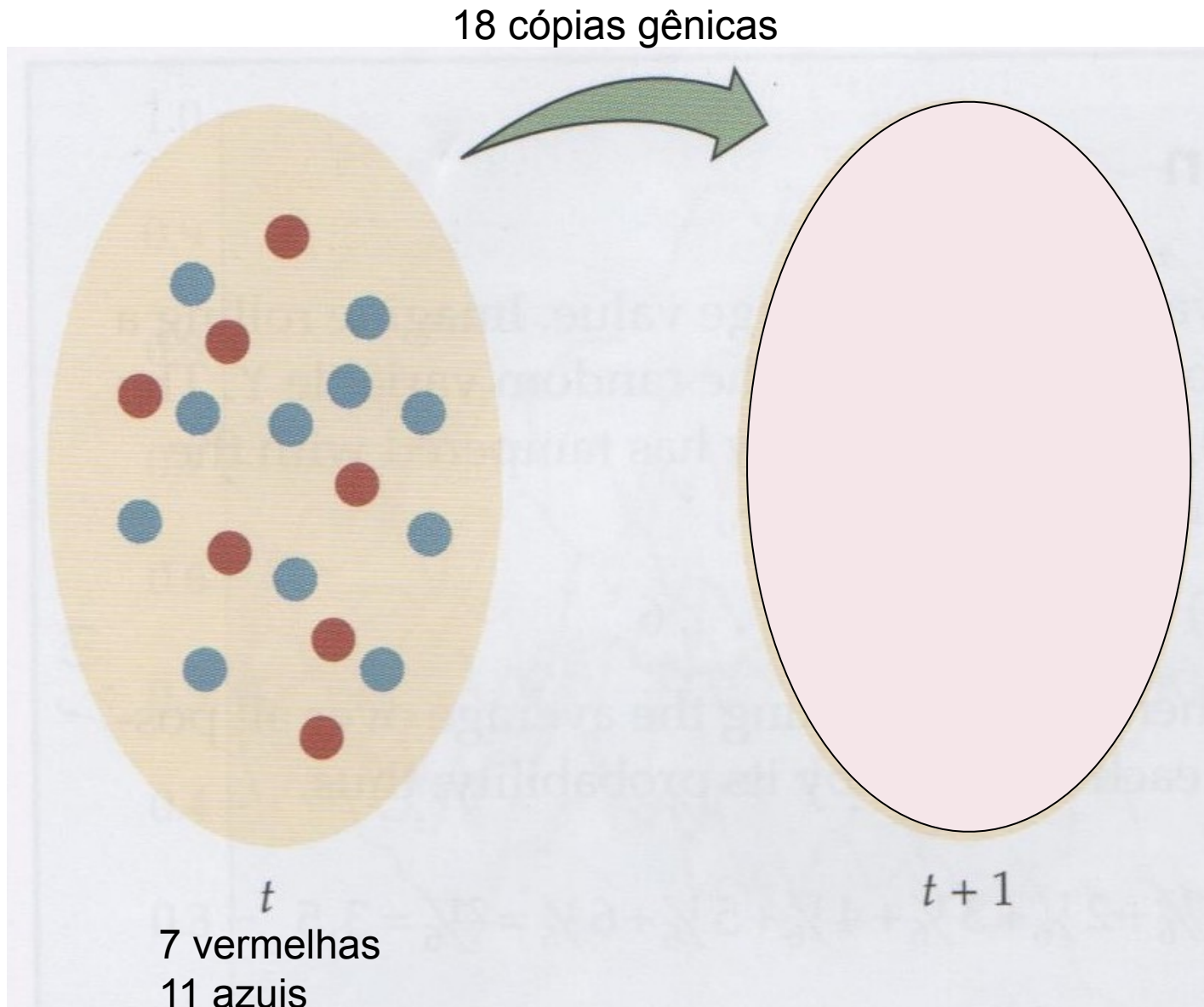
Um modelo para populações finitas



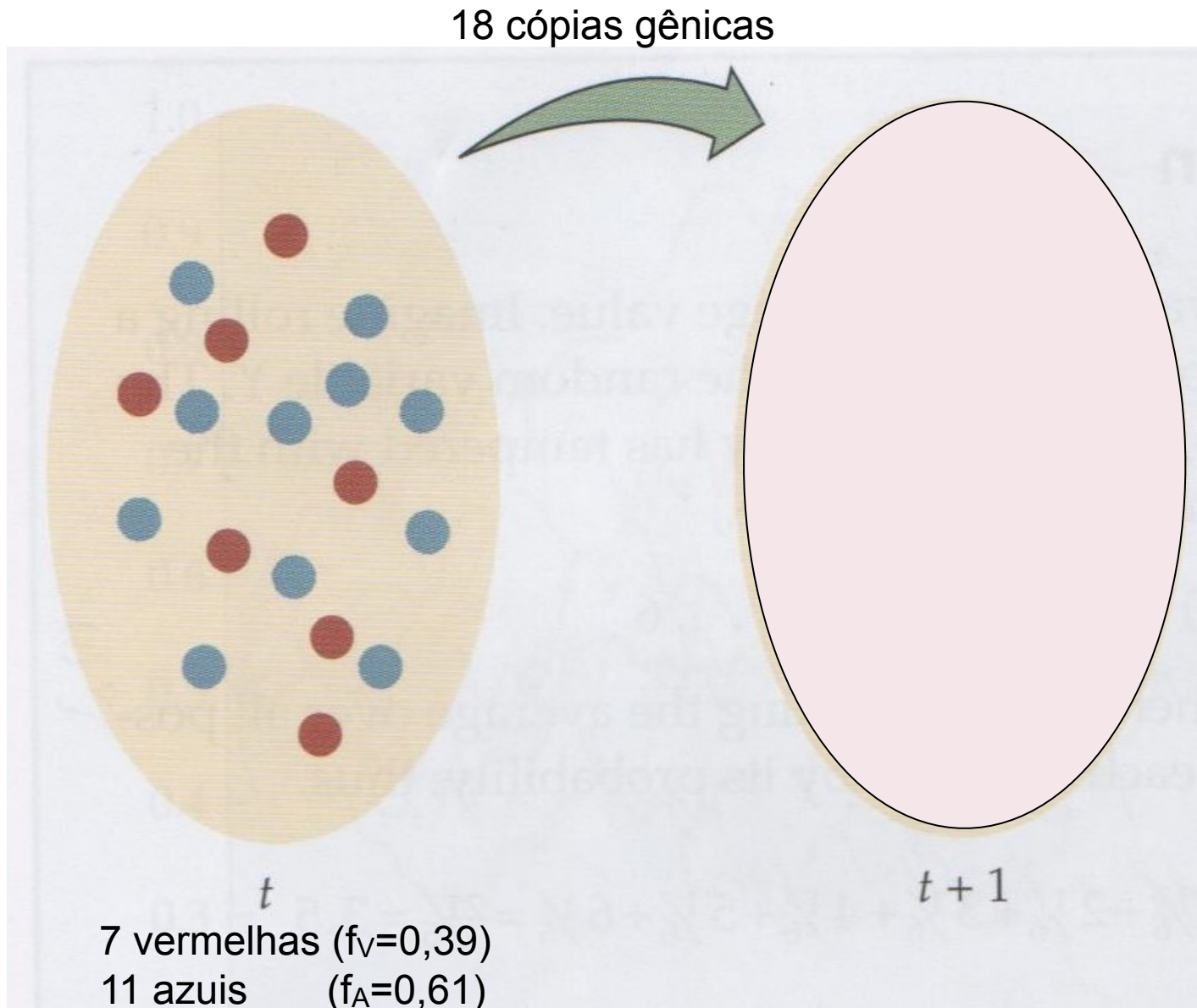
Um modelo para populações finitas



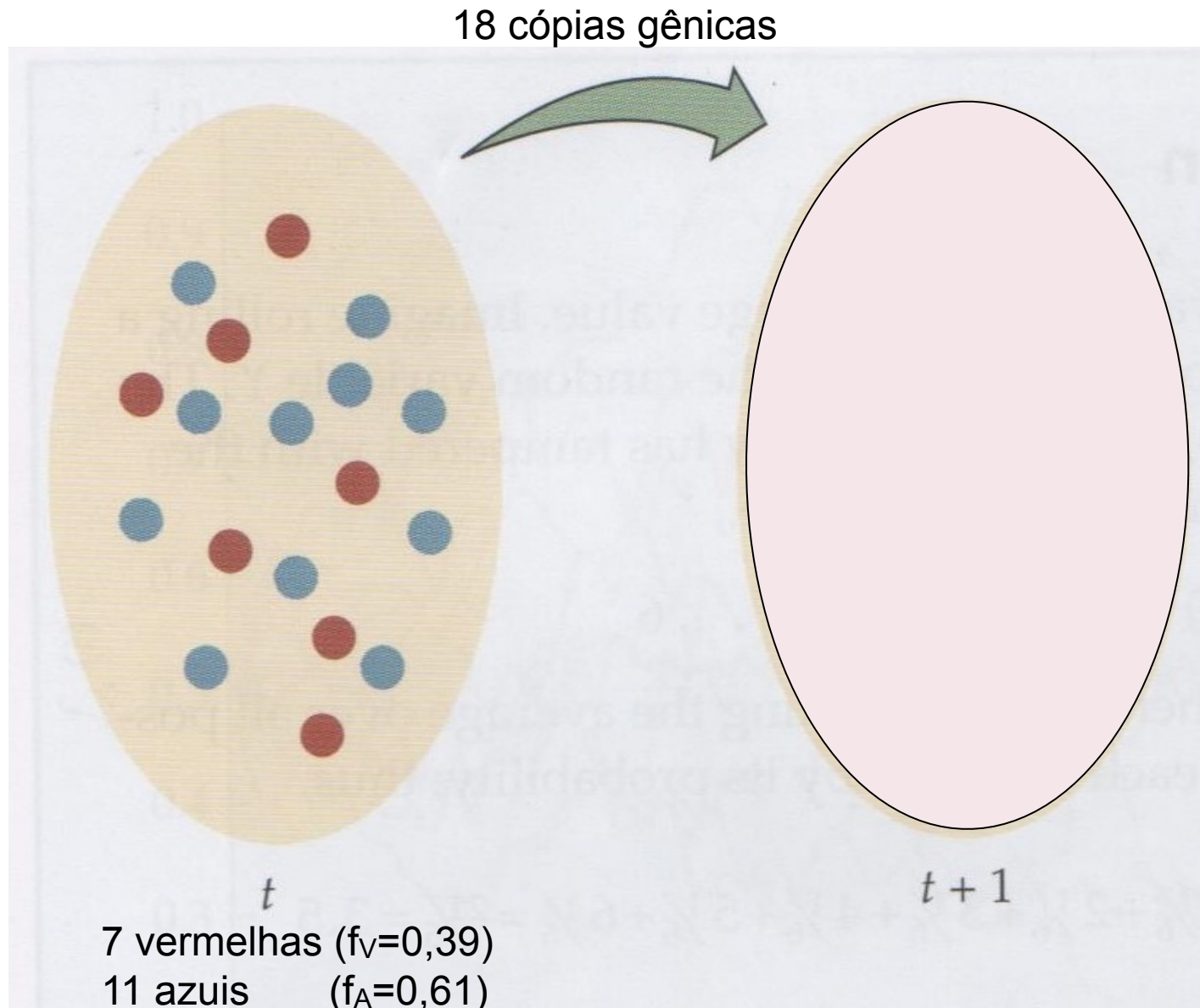
Como uma população finita muda?



Como uma população finita muda?



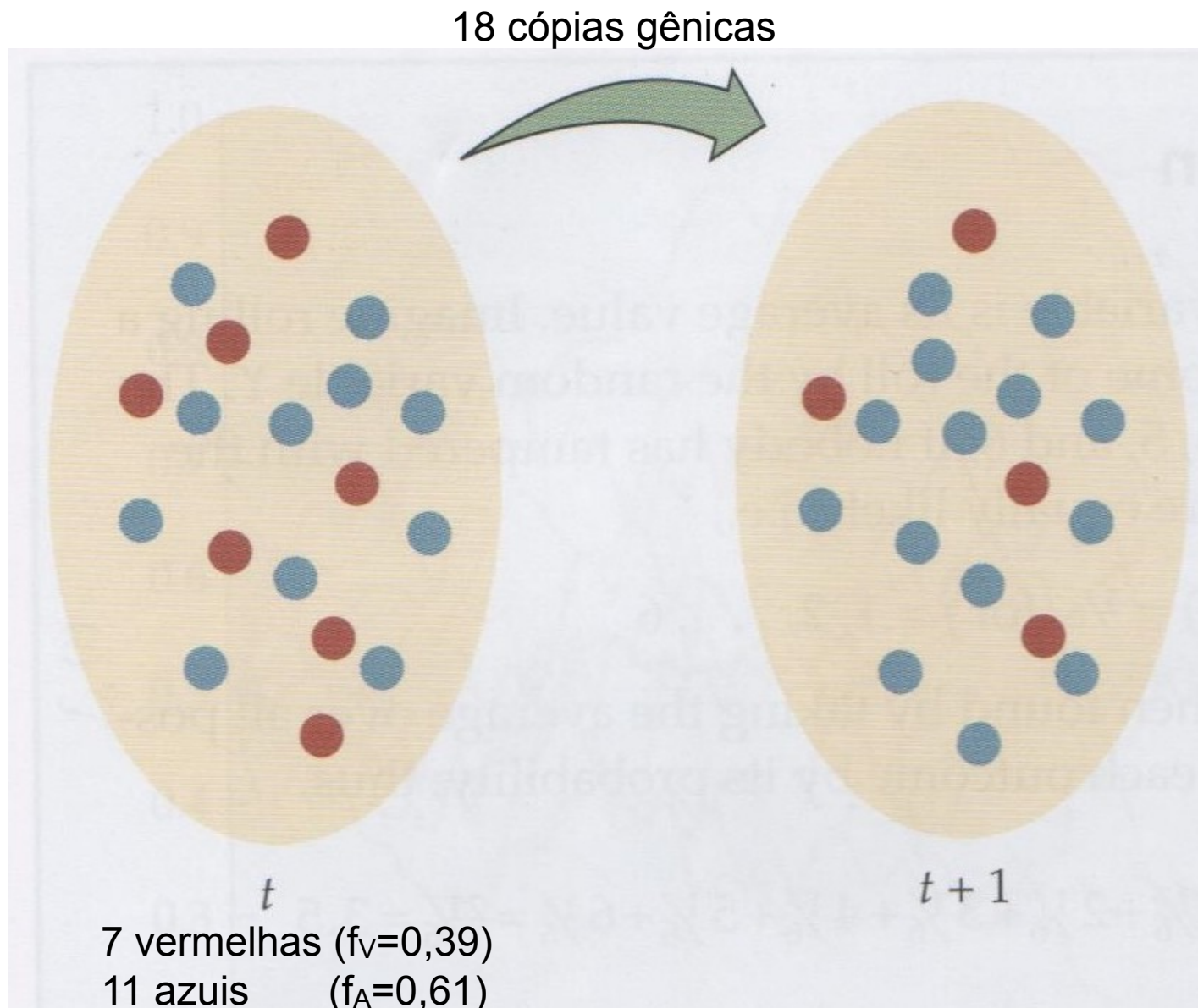
Como uma população finita muda?



O algoritmo para modelar:

- sorteio cópia gênica
- transmito para a próxima geração
- reponho
- sorteio de novo, repito até atingir $2N$

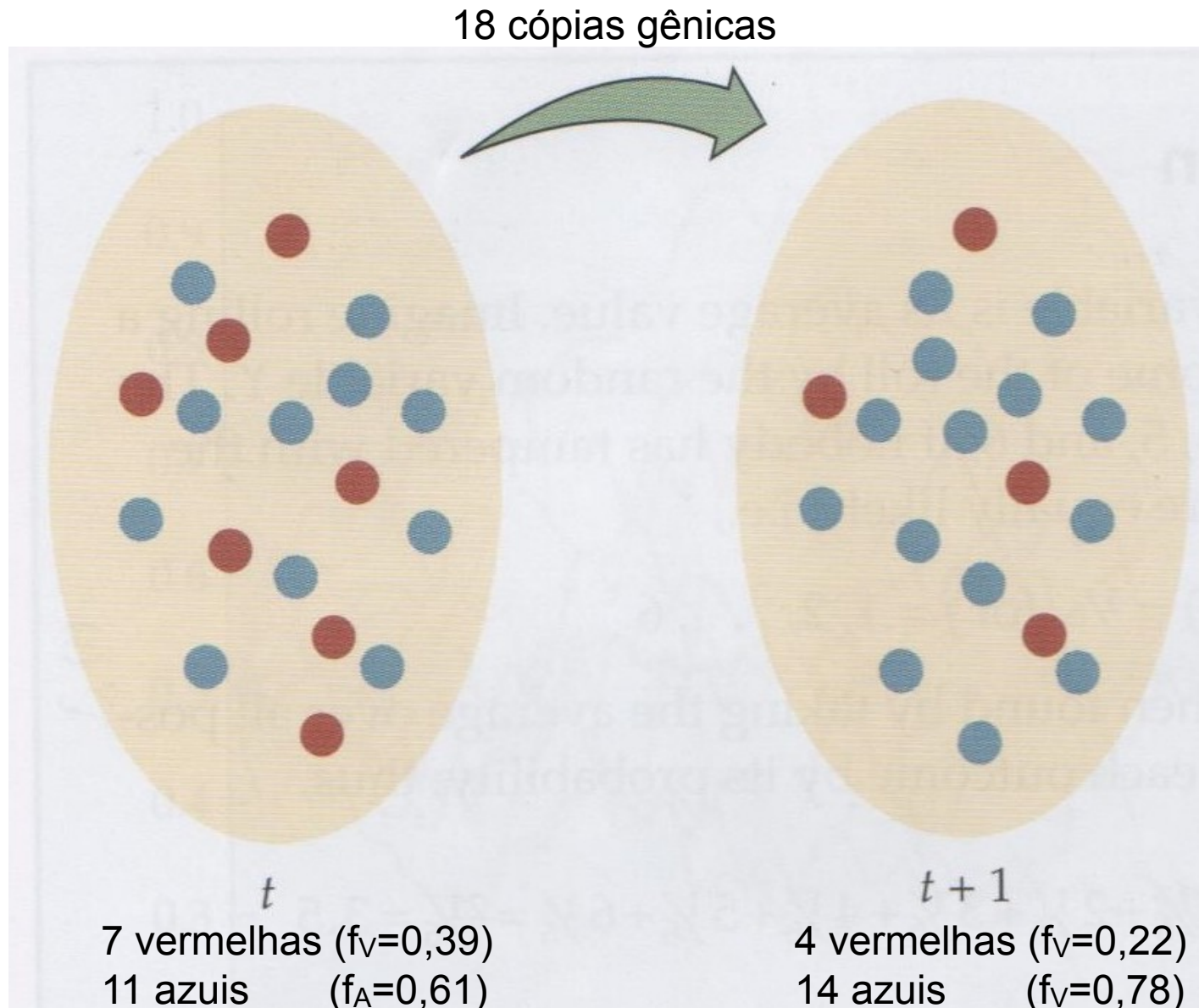
Como uma população finita muda?



O algoritmo para modelar:

- sorteio cópia gênica
- transmito para a próxima geração
- reponho
- sorteio de novo, repito até atingir $2N$

Como uma população finita muda?



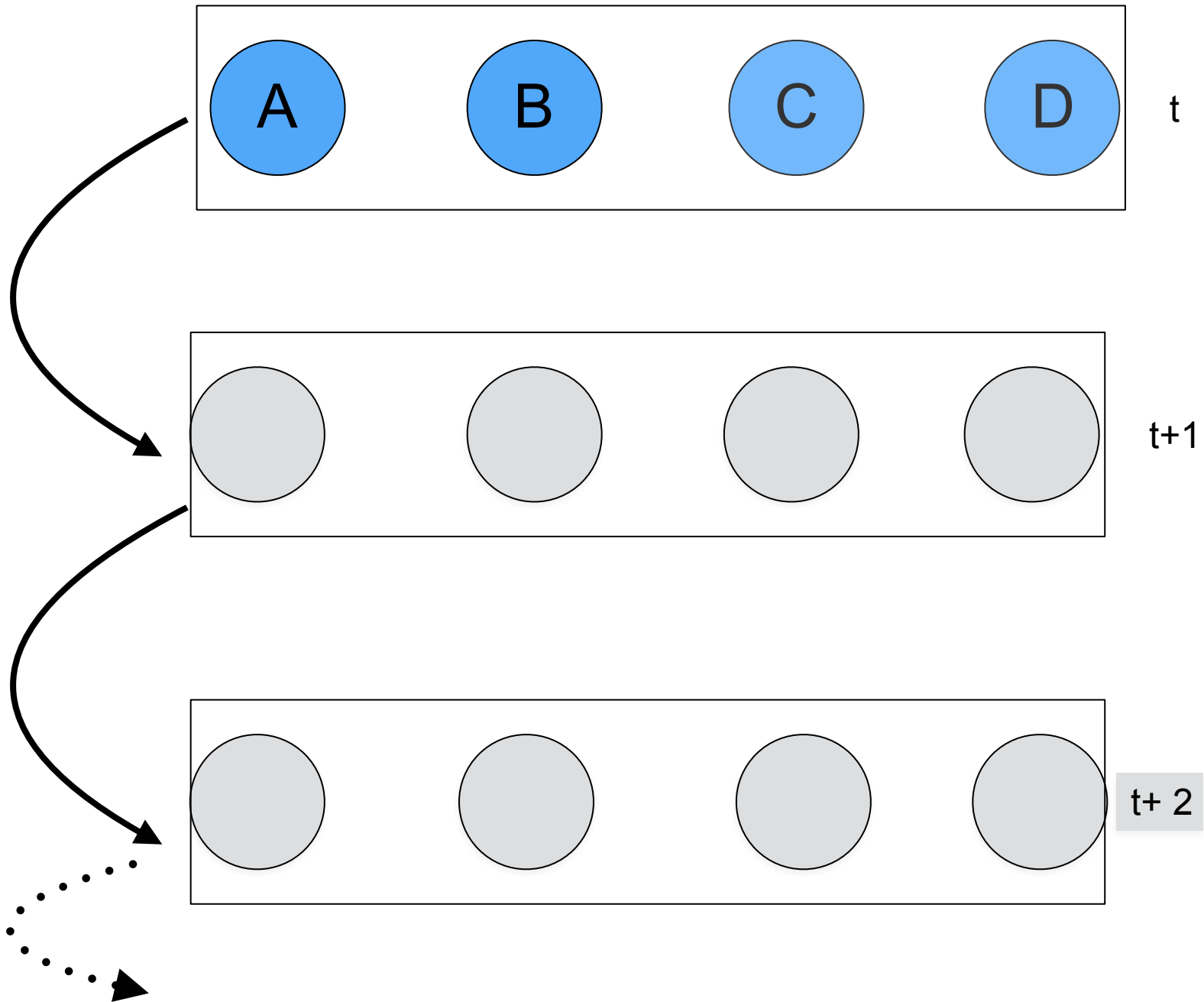
O algoritmo para modelar:

- sorteio cópia gênica
- transmito para a próxima geração
- reponho
- sorteio de novo, repito até atingir $2N$

Deriva Genética

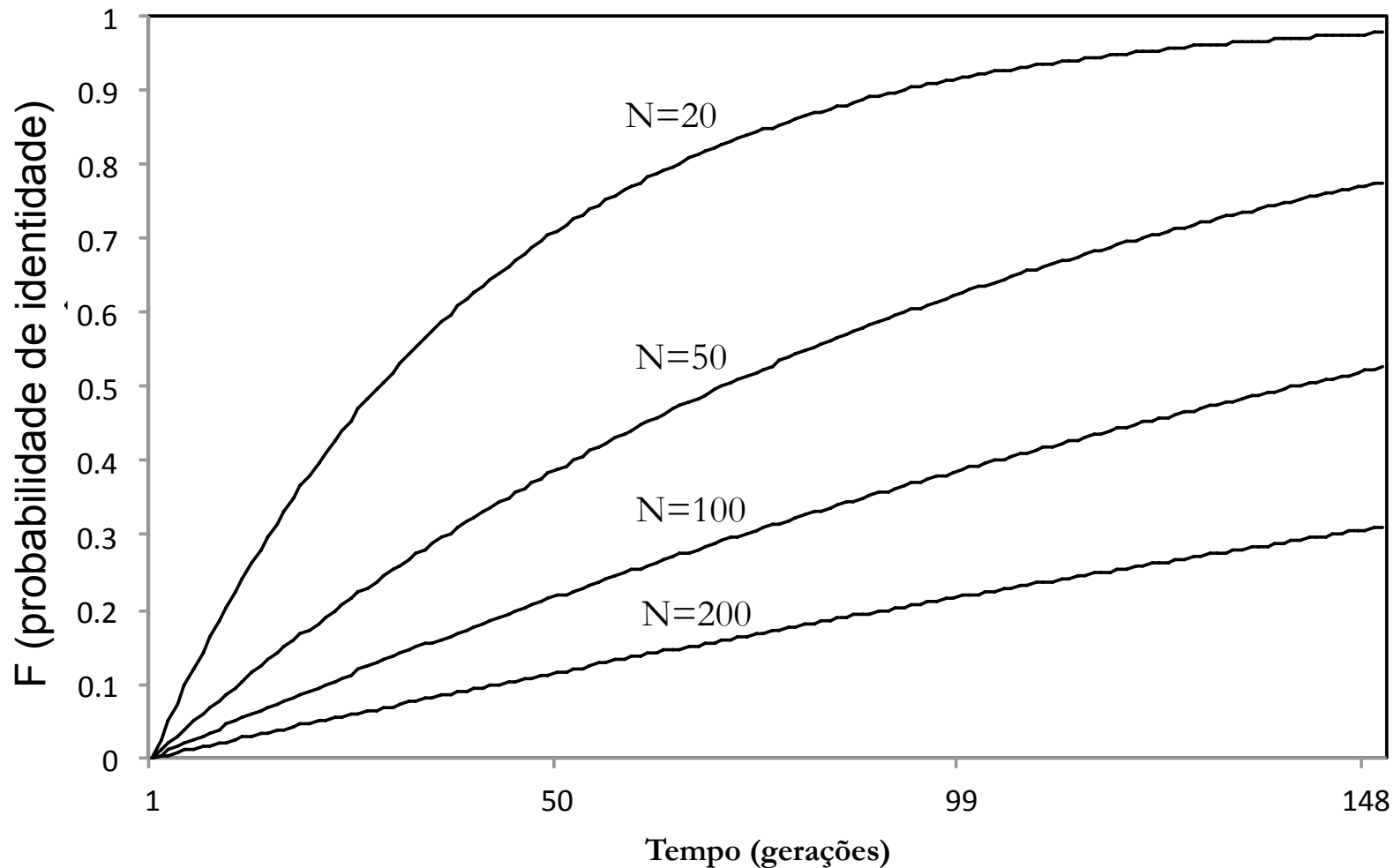
"Mudança aleatória nas frequências alélicas de uma população finita"

Exemplo:
4 cópias gênicas
Dois alelos diferentes

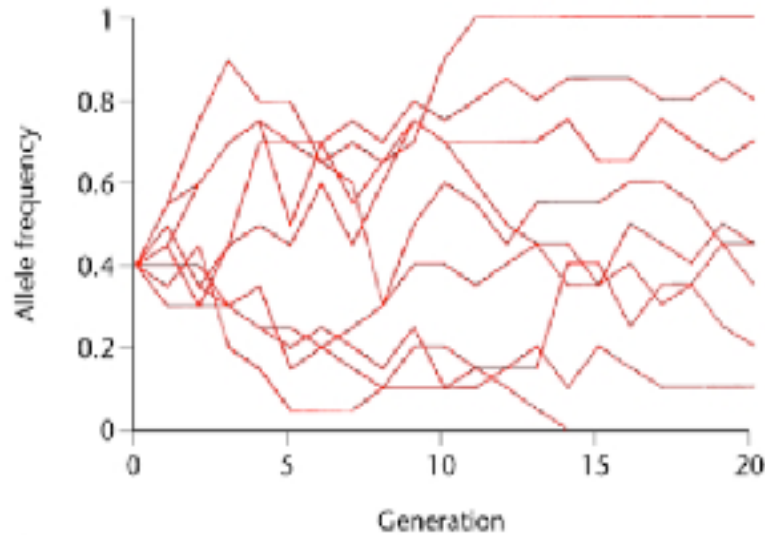


F descreve probabilidade de ancestralidade comum

$$F_t = 1 - (1 - 1/2N)^t$$

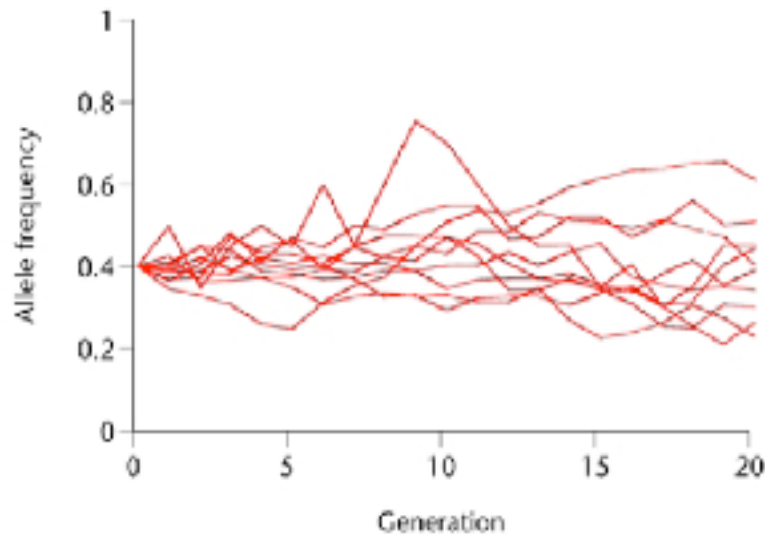


Deriva genética ao longo de múltiplas gerações



N=10

(a)

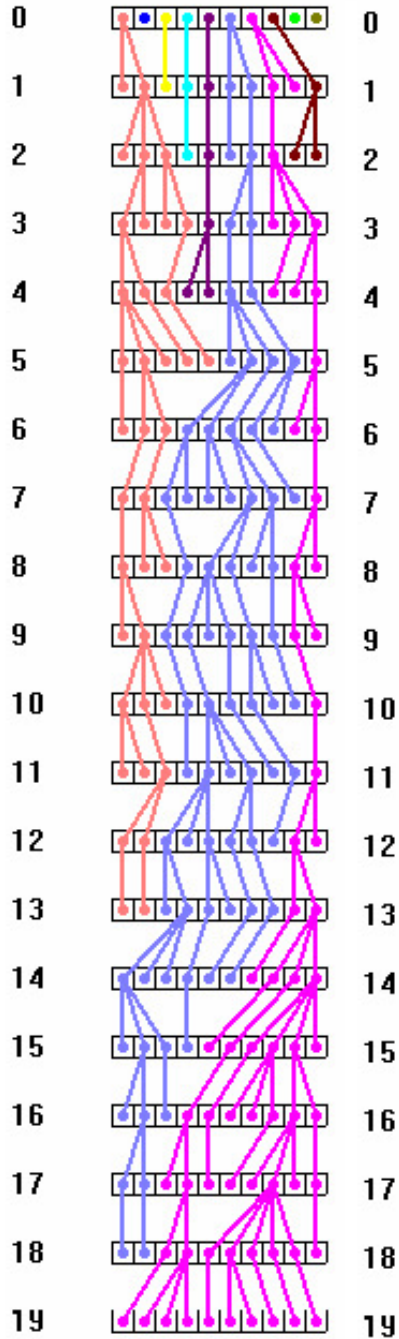


N=100

(b)

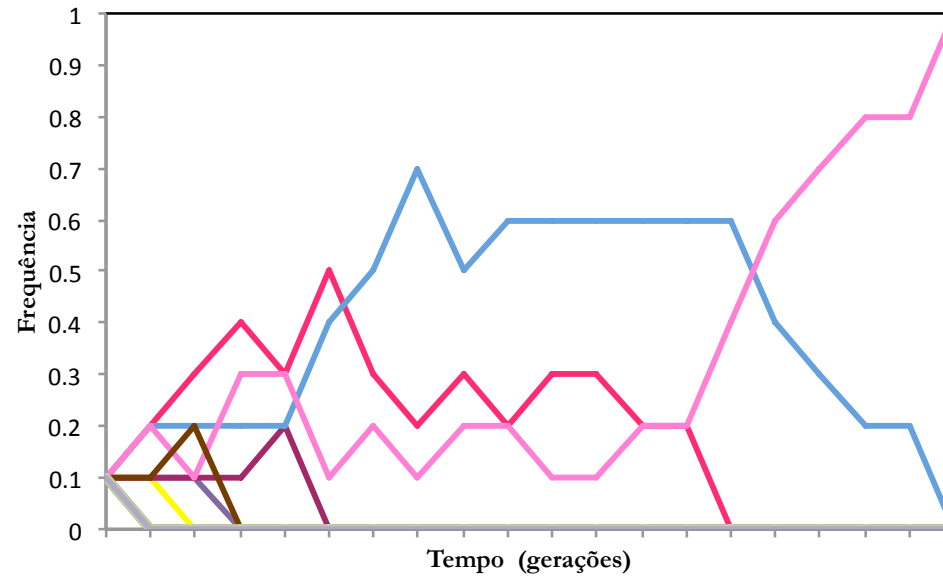
(a)

Gen.



(b)

Deriva Genética



Propriedades da deriva

- É imprevisível
- Frequências oscilam
- Dado tempo, um único ancestral

Deriva genética

Suponha uma população:

$$A, A, a, a$$
$$(f_A = f_a = 0,5)$$

Qual será a frequência alélica na próxima geração?

Deriva genética

População original

$2N=4$, $p=0,5$

2 cópia de A

2 cópias de a

Geração seguinte pode ter

0 cópias de A ($f_A=0,00$)

1 cópias de A ($f_A=0,25$)

2 cópias de A ($f_A=0,50$)

3 cópias de A ($f_A=0,75$)

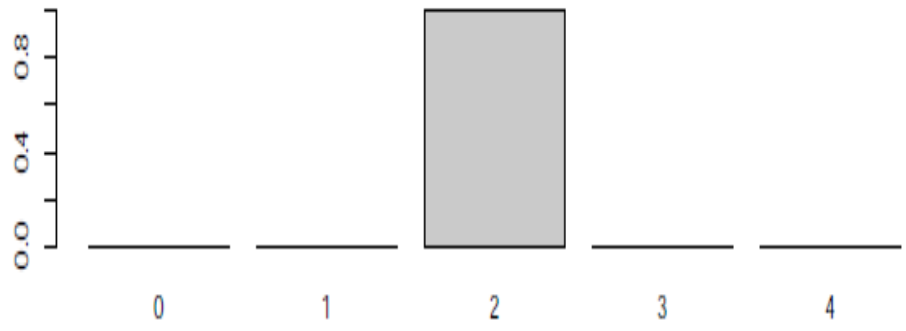
4 cópias de A ($f_A=1,00$)

Como calcular a probabilidade de cada um desses casos?

O modelo básico de deriva: Wright-Fisher

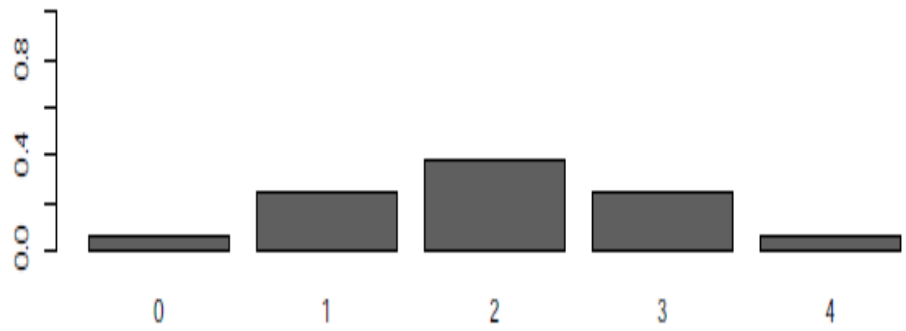
- A probabilidade de amostrar i alelos A segue uma distribuição binomial
- Podemos aplicá-la para ver as probabilidades de cada resultado possível

probabilidade



Geração 0

probabilidade



Geração 1

Mesmo sem seleção, as populações mudam

Efeitos da deriva considerando um conjunto grande de populações:

- Com o passar do tempo, uma única cópia vai ser ancestral de todas as demais.
- Em média, diminui variação (H)
- em média, p permanece igual
- maior mudança em populações pequenas

O modelo básico de deriva: Wright-Fisher

Parâmetro do modelo evolutivo	Pressuposto
Tamanho da população	Finito
Forma de cruzamento	Aleatório
Sobrevivência dos genótipos	Igual para todos (i.e., sem seleção)
Introdução de novos alelos (mutação e migração)	Não ocorre

Ideias principais da aula

- Conceito: Deriva genética é a mudança aleatória de frequências alélicas, que resulta da amostragem de alelos de uma geração para outra
- É possível calcular a probabilidade das novas frequências alélicas usando a binomial
- Para uma população individual, as mudanças entre gerações são aleatórias e imprevisíveis
- Deriva:
 - diminui variação na população
 - aumenta a variação entre populações
 - é mais intensa em populações pequenas



Figure 1: Um grupo de indivíduos Fore, na Papua-Nova Guiné

Balancing Selection at the Prion Protein Gene Consistent with Prehistoric Kurulike Epidemics

Simon Mead,¹ Michael P. H. Stumpf,² Jerome Whitfield,^{1,3}
Jonathan A. Beck,¹ Mark Poulter,¹ Tracy Campbell,¹
James B. Uphill,¹ David Goldstein,² Michael Alpers,^{1,3,4}
Elizabeth M. C. Fisher,¹ John Collinge^{1*}

25 APRIL 2003 VOL 300 SCIENCE www.sciencemag.org