

# Jogo da Evolução



Mayra de Freitas Galvão<sup>1</sup>, Rafael Wesley Bastos<sup>1</sup>, Fabiana Freitas Moreira<sup>1</sup>, Adriana de Castro Rodrigues<sup>1</sup> e Karla Suemy Clemente Yotoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup>Laboratório de Bioinformática e Evolução - Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa.

Endereço para correspondência - may\_galvao@hotmail.com

**E**volução é o processo pelo qual todas as formas de vida se modificam ao longo das gerações. Pode ser definida ainda como qualquer alteração na constituição genética de uma população, ou seja, qualquer alteração na frequência dos alelos. Estas alterações podem ser melhor compreendidas pelo estudo de genética de populações, uma disciplina que surgiu pela junção da Genética Mendeliana com a Evolução Darwinista (HARTL ;CLARK, 2007).

### PALAVRAS-CHAVES

Genética de Populações,  
Evolução, Jogo Didático.

De fato, a diferenciação entre os organismos, que gerou grande parte da diversidade que conhecemos, provavelmente passou pela diferenciação entre populações. Por este motivo, é fundamental a compreensão dos mecanismos responsáveis pelas modificações da composição genética das populações ao longo do tempo, que são basicamente a mutação, o fluxo gênico, a seleção natural e a deriva genética (FALCONER; MACKAY, 1996).

Apesar da enorme importância destes mecanismos na compreensão do processo evolutivo e consequentemente dos padrões de diversidade existentes no planeta, eles ainda são mal compreendidos pelos estudantes ao final do ensino médio (SCHEID; FERRARI, 2005). Isto pode ser simplesmente o reflexo da falta de conhecimento sobre o tema por parte dos professores, o que por sua vez reflete falhas na formação dos mesmos durante o terceiro grau. A situação se torna ainda mais grave pela carência de metodologias alternativas para fixação desses conceitos (GOEDERT, 2004; TIDON; LEWONTIN, 2004; MELLO, 2007).

Dessa forma, é necessário proporcionar aos professores estratégias de ensino e aprendizagem, além de criar novos recursos didáticos, adequados ao espaço e ao tempo disponível em aula, que permitam superar as dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Genética, em particular de Genética de Populações (GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2000).

Neste contexto, nosso objetivo ao apresentar o "Jogo da Evolução" é o de facilitar a visualização dos efeitos de diferentes mecanismos evolutivos nas populações, além de promover a discussão e de reforçar a compreensão de conceitos como mutação, deriva genética, fluxo gênico e seleção natural, de forma lúdica e prazerosa.

lização dos efeitos de diferentes mecanismos evolutivos nas populações, além de promover a discussão e de reforçar a compreensão de conceitos como mutação, deriva genética, fluxo gênico e seleção natural, de forma lúdica e prazerosa.

## REGRAS DO JOGO

**Participantes:** 2 a 5.

### A - Material

1 tabuleiro, cartas de identidade, cartas surpresa (?), pinos (1 para cada jogador), 6 dados, marcadores de filhotes (miçangas, canudinhos, palitos de dente ou qualquer outro material disponível).

### B - Objetivo do jogo:

Acumular mais filhotes.

### C - Modo de Jogar

Todos os pinos são posicionados na saída do tabuleiro.

- 1) Cada jogador deve lançar os dados para definir a ordem de início do jogo, que se dará em ordem decrescente dos valores obtidos. Em caso de empate, os dados devem ser jogados novamente até que haja o desempate.
- 2) Antes do início do jogo, os jogadores devem jogar um dado e andar as casas de acordo com o número indicado. Para cada uma dessas primeiras casas do tabuleiro, há uma carta-identidade (Fig. 1) correspondente ao indivíduo que o jogador será durante o jogo. Estas cartas contêm a taxa de reprodução e de predação para cada indivíduo.



- 3) A cada jogada, cada competidor deve seguir as orientações da casa em que parou (exceto depois de receber a orientação de avançar ou retornar casas).
- 4) Ganha o jogador que tiver mais filhotes vivos ao final do jogo ou aquele que conseguir acertar o TENTE A SORTE no final do tabuleiro.

### D – Entendimento das Ordens

#### a - Reprodução

Sempre que o jogador PASSAR pela casa REPRODUÇÃO, gerará descendentes. Para estabelecer o número de filhotes, o jogador deve lançar o número de dados indicado na carta-identidade (o jogador com a mutação “Rabo Azul”, por exemplo, joga sempre 3 dados para se reproduzir). O dado de maior valor nesta jogada define o número de filhotes que serão produzidos.

#### b - Predação

Sempre que PASSAR pela casa PREDAÇÃO, o jogador perderá alguns de seus filhotes. Para estabelecer o número de filhotes perdidos, um segundo jogador (apenas para representar o predador) lança 3 dados. O primeiro jogador lança o número de dados indicado na carta-identidade (o jogador com a mutação “Rabo Azul”, por exemplo, lança sempre 1 dado nesta ocasião). A diferença entre o maior número do predador e o maior do jogador será o número de filhotes perdidos. Por exemplo, se o predador sorteia 6 como o maior número e o jogador sorteia 3, este participante perderá 3 filhotes ( $6 - 3 = 3$ ). No entanto, se o jogador sortear um número maior ou igual ao número do predador, ele não perderá nenhum filhote.

#### c - Casa “4”

Quando parar por esta casa, o jogador deve lançar um dado. Se ele tirar um número maior ou igual a 4, nada acontece. Porém, se esse número for menor que 4, ele retornará à primeira casa da ilha anterior.

#### d - Casa “?”

Quando parar nesta casa, o jogador tira uma carta “?” (Fig. 2) e age conforme indicado nela.

#### e - Casa “Bifurcação”

Na terceira ilha, ao chegar à bifurcação, o jogador deve seguir o caminho de acordo com o número obtido no dado antes de chegar a esta casa (par ou ímpar). Caso pare em cima da bifurcação, o jogador deve pular para a próxima casa levando em consideração se o número tirado no dado é par ou ímpar. Se for par, ele deve seguir o caminho reto, como indicado no tabuleiro, mas se for ímpar, ele deve seguir o caminho alternativo (desvio para baixo).

#### f - Fim do Jogo

Ganha o jogo quem tiver mais filhotes vivos ao final do tabuleiro.

O primeiro jogador que chegar ao fim do tabuleiro ganha seis filhotes como bônus.

#### g - Tente a Sorte

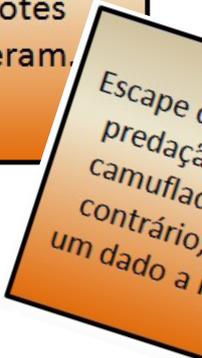
Caso queira TENTAR A SORTE e ganhar o jogo independentemente do número de filhotes, o jogador que chegar ao final do tabuleiro deve escolher dois números e lançar dois dados. Se conseguir obter os números escolhidos, ganha o jogo, que termina neste momento. Caso contrário, perderá todos os filhotes.

Caso ninguém queira TENTAR A SORTE, todos devem esperar até o penúltimo jogador chegar ao fim do tabuleiro para então se fazer a contagem dos filhotes.

O último jogador não sofre nenhuma penalidade, porém o jogo termina antes que ele chegue ao fim do tabuleiro.

## O JOGO E A EVOLUÇÃO

O jogo da evolução é baseado principalmente em três processos da genética de populações: mutação, deriva genética e seleção natural. O jogo representa a migração de aves que passam por 5 ilhas com características peculiares. A primeira e a quinta ilha são os locais de partida e destino desses indivíduos, respectivamente. A segunda ilha é uma floresta, a terceira uma cidade e, a quarta, um deserto. Cada uma dessas ilhas possui “casinhas” que demonstram suas características. Portanto, é interessante mostrar aos estudantes que nenhum genótipo é o melhor em todos os ambientes. Por exemplo, o genótipo



que determina o fenótipo “camuflagem” pode ser importante na floresta, mas em um deserto pode não ter muito valor no sentido de evitar a predação. Desse modo, o estudante poderá perceber que o efeito da seleção natural depende do ambiente.

Cabe lembrar que a seleção natural nada mais é que o mecanismo evolutivo que faz com que os tipos mais bem adaptados (com maiores probabilidades de sobrevivência e reprodução) aumentem de frequência em uma população, desde que estas características sejam herdadas e que haja variação. Neste jogo, ganha o competidor que acumular o maior número de filhotes, ou seja, aquele que produzir mais filhotes (maior taxa reprodutiva) viáveis (que chegam à fase adulta) do que os outros jogadores.

As aves do jogo, determinadas pela carta-identidade, podem ter quatro fenótipos diferentes, resultantes de quatro mutações, gerando fenótipos diferentes do tipo selvagem (sem mutação). Caso seja necessário discutir estas mutações com os estudantes, é preciso enfatizar que não são deletérias, são dominantes (apenas um alelo mutado confere o novo fenótipo ao indivíduo) e que cada indivíduo só pode sofrer uma mutação (restrição do jogo, organismos reais podem ter mais de uma mutação). Além disso, o jogo tem mais uma simplificação: todos os descendentes do indivíduo mutado herdam e expressam a mesma mutação. As mutações definirão as taxas de reprodução e predação. Os fenótipos “rabo azul” e “canto atraente”, apesar de serem favorecidos na reprodução (têm maior probabilidade de tirar um número alto nos dados), são desfavorecidos na predação por terem requisitos que chamam tanto a atenção de parceiros sexuais como de predadores. Já o fenótipo “camuflado” é favorecido na predação (tem maior probabilidade de sortear nos dados um número maior do que o do predador) e desfavorecido na reprodução. Os fenótipos “bico forte” e “sem mutação” não são favorecidos nem desfavorecidos em nenhum dos dois casos.

Apesar da importância da seleção natural neste jogo, o acaso predomina no jogo, fazendo com que a deriva genética seja o mecanismo mais importante em estudo. Os eventos fortuitos que ocorrem ao longo do jogo de-

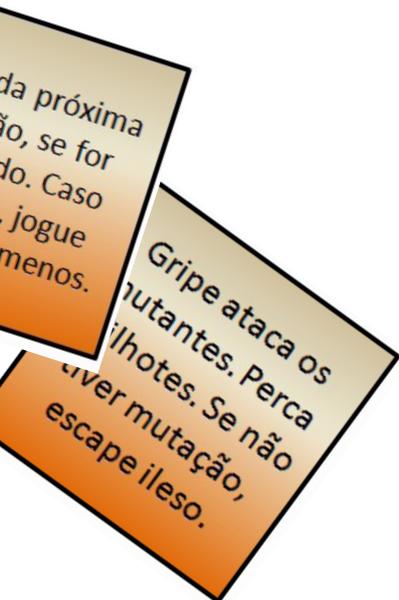
terminam qual a frequência de cada uma das mutações ao final do mesmo (o fenótipo que tem mais descendentes no fim do jogo será mais bem representado na próxima geração). Se, por exemplo, o fenótipo de rabo azul ganhasse o jogo com 10 filhotes, e o camuflado não tivesse nenhum descendente ao final, e os outros três fenótipos deixassem 2 descendentes cada, na próxima geração, ao invés de 20% de cada mutante, teríamos aproximadamente 62,5% de pássaros com rabo azul, e 12,5% de cada um dos outros fenótipos que restaram. Considerando que os fenótipos são geneticamente determinados, teríamos as frequências gênicas da população alteradas drasticamente apenas pela obra do acaso. Isso também pode ser mostrado aos estudantes ao longo do jogo, em diferentes momentos.

Se a evolução é definida como alteração das frequências gênicas em uma população, isso significa que o simples fato de se ter poucos indivíduos em uma população gera evolução, ou alteração das frequências gênicas. Quanto menor a população, maior o desvio das frequências gênicas causado simplesmente pelo acaso. Desastres, desmatamentos, queimadas podem reduzir drasticamente o tamanho de uma população, enquanto outros fatores podem fazê-la aumentar. Nessas reduções fortuitas, algumas variantes (alelos) podem, simplesmente, ser perdidas, enquanto outras podem aumentar tanto em frequência que logo passariam a predominar na população.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este jogo foi confeccionado para ser usado tanto no ensino fundamental como no ensino médio pelo fato de que o estudante não precisa ter um conhecimento inicial sobre evolução para jogar. O que torna este jogo uma ferramenta didática são as discussões geradas por ele.

O tabuleiro possui poucas “casinhas” para que o jogo possa ser usado em uma aula de, por exemplo, 50 minutos. Assim, haverá tempo suficiente para as explicações sobre o jogo e para os alunos jogarem. Recomenda-se que os estudantes joguem mais de uma vez para que seja possível observar todos os processos e perceber que tais processos na natureza estão acontecendo simultaneamente e interferindo um no outro.



### REFERÊNCIAS

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. Introduction to quantitative genetics. 4.ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 1996, 464 p.

GOEDERT, L. A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica. Dissertação de mestrado, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 122 p. 2004.

GRIFFITH, A. J. F.; MAYER-SMITHIES, J. Understanding genetics: strategies for teachers and learners in universities and high schools. New York: WH freeman and Company, 2000.

HARTL, D. L.; CLARCK, A. G. Principles of Population Genetics - 3rd edition. Sunderland: Sinauer Ass., 1997.

MELLO, G. N. Transposição didática, interdisciplinaridade e contextualização, 2007. Disponível em <http://www.namodemello.com.br/>. Acesso em 28 de julho de 2011.

SCHEID, N.M.J. ; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. Genética na Escola, v.1, n.1, p.17-18, 2006.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. Genetics and Molecular Biology, v.27, n.1, p. 124-131, 2004.

### AGRADECIMENTOS

À Vanessa Valente, Jansen Macedo e Diego Mendes pela ajuda na confecção do jogo e por todas as sugestões dadas.



Tempestade. 3 filhotes morreram.	Fique uma rodada sem jogar.	Jogue o dado e multiplique o valor por 2 para saber quantos filhotes vai ganhar. Se for camuflado, multiplique por 1.	Ganhe filhotes. Rabo azul e canto atraente: 10 Bico forte e sem mutação: 7 Camuflado: 5
Ganhe filhotes. Rabo azul e canto atraente: 5 Bico forte e sem mutação: 3 Camuflado: 1	Escape da próxima predação, se for camuflado. Caso contrário, jogue um dado a menos.	Encontrou sementes. Se você tem o bico forte avance 3 casas. Caso contrário, volte 3.	Predador à vista. Se você tem o canto atraente ou rabo azul, perca 4 filhotes. Caso contrário, perca apenas um.
Você deu água poluída aos seus filhotes. Jogue o dado para saber quantos filhotes morreram.	Você está no deserto. Se for camuflado, jogue um dado a mais na próxima reprodução.	Gripe ataca os mutantes. Perca 4 filhotes. Se não tiver mutação, escape ileso.	Vá para a próxima ? e pegue outra novamente.
Acasalou com um parceiro forte e saudável. Jogue o dado para saber quantos filhotes você vai ganhar.	Volte à última ? e pegue outra novamente.	Um cachorro do mato encontrou você e seus filhotes. Jogue o dado para saber quantos filhotes foram comidos.	Tente o azar e vá para a saída. Escolha 2 números e jogue os dados.
Jogue o dado mais uma vez.	Foi procurar comida e deixou o ninho sozinho. Um gavião comeu 2 filhotes.	<b>CARTA BÔNUS:</b> Escape da próxima predação com vida.	<b>CARTA BÔNUS:</b> Na próxima reprodução jogue um dado a mais.
Perca todos os seus filhotes.	Parabéns! Você ganhou o prêmio de mãe/pai do ano. Avance 5 casas.	Acasalou com o primo. Você teve 6 filhotes. Jogue o dado para saber quantos nascerão mortos.	Um filhote comeu uma fruta envenenada. Ele morreu.
Vá para a bifurcação da terceira ilha.	Vá para a primeira casa da próxima ilha.	Jogue 2 dados e a diferença entre eles será o número de filhotes que você ganhará.	Tente a sorte e vá para o final do jogo. Escolha 2 números e jogue os dados.
<b>CARTA BÔNUS:</b> Na próxima reprodução jogue um dado a mais.	Chegou o inverno. Não acumulou comida o suficiente. Dois filhotes morreram de fome.	Ganhe filhotes. Rabo azul e canto atraente: 4 Bico forte e sem mutação: 3 Camuflado: 2	3 filhotes morreram de sede.
<b>CARTA BÔNUS:</b> Escape da próxima predação com vida.	Aconteceu uma queimada. Você tentou apagar o fogo e perdeu filhotes. Jogue o dado para saber quantos.	Se você tiver o canto atraente ou o rabo azul, ganhe 3 filhotes. Caso contrário, ganhe apenas um.	Encontrou muito alimento. Avance 3 casas.



**PREDIÇÃO**

Fez um ninho elaborado. No próximo reprodução Jogue mais 1 dado!

Ganhou filhotes! Rabo azul e canto atraente = 5 Bico forte e sem mutação = 3 Camuflado = 1

**FIM**

Se você foi o primeiro a chegar ganhe 6 filhotes!

**REPRODUÇÃO**

**PREDIÇÃO**

Se você invadir território de outro jogador!



**REPRODUÇÃO**

Rebocou rematear dano! Caro seja o de bico forte mais 3 coras.

Você invadiu o território de outro ave, Jogue o dado! 4

Chegou a ilha. Opr esqueceu seu filhote! 1 cora!

Um filhote não aguentou a viagem e morreu!

Você se confundiu no caminho. Volte 3 coras!

?

Você encontrou um ninho. Não 4 coras!

Não se alimentou o barilante para migrar. Fique em rodado rem jogar!

Rebou comido! Não 1 cora!

Seu erro não chocaram nindo. Fique uma rodada rem jogar.

**SAÍDA**

**PARE**

Atingiu maturidade sexual! **REPRODUZA!**

<b>VOLE À SAÍDA</b>	<b>VOCE NASCEU!</b> Mutação: Rabo Azul	<b>VOCE NASCEU!</b> Mutação: Bico Forte	<b>VOCE NASCEU!</b> Mutação: Coloração Camuflada	<b>VOCE NASCEU!</b> Mutação: Canto Atraente	<b>VOCE NASCEU!</b> Sem Mutação
	Ande 5 coras	Ande 4 coras	Ande 3 coras	Ande 2 coras	Ande 1 cora