

TESTANDO ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Ronaldo dos Santos Filho ¹
Daniela Morais Leme ²

INTRODUÇÃO

Os conteúdos de Genética são reportados frequentemente por professores e alunos como os mais difíceis em Biologia (Bahar *et al.*, 1999). Entre as principais razões que contribuem para a dificuldade em aprender e ensinar Genética, destacam-se: o seu vasto e complexo vocabulário, que inclui termos com grafia e fonética similares, mas que apresentam definições distintas (*ex.* homólogo, homozigoto) e o envolvimento da matemática para um grupo de indivíduos que não costuma apresentar esta habilidade (Knippels *et al.*, 2005; Belmiro e Barros, 2017). Adicionalmente, há uma grande dificuldade na visualização dos processos genéticos, uma vez que ocorrem em nível celular e a maior parte desses conteúdos são ministrados por meio de aulas tradicionais (Fontenele e Campos, 2017).

Dessa forma, o predomínio de aulas tradicionais (*ex.* expositivas dialogadas) no ensino de Genética é um obstáculo para a aprendizagem de um conteúdo tão complexo, pois além de não colocar o aluno como protagonista do processo de ensino-aprendizagem, esta metodologia não contempla os diferentes tipos de inteligência, fazendo com que muitos estudantes tenham dificuldades em aprender, uma vez que eles aprendem de diferentes formas. De acordo com a Teoria das Inteligências Múltiplas, existem nove tipos de inteligência: Linguística, Lógico-Matemática, Visual-Espacial, Corporal-Cinestésica, Musical, Interpessoal, Intrapessoal, Naturalista e Existencial. No entanto, a metodologia tradicional de ensino contempla apenas os estudantes com inteligência linguística e lógico-matemática (Gardner, 1995; Smith e Wood, 2016).

Neste contexto, é necessária a utilização de diferentes alternativas metodológicas, como por exemplo, vídeos, imagens, aulas práticas, dinâmicas, softwares, jogos, músicas e modelos didáticos para contemplar os diferentes tipos de inteligência e para facilitar a visualização e o entendimento de processos e conteúdos complexos, como os de Genética. Dessa forma, alternativas metodológicas em Genéticas já vem sendo desenvolvidas e descritas na literatura, especialmente a partir da utilização de jogos e modelos didáticos. No entanto, verifica-se que poucos professores fazem uso desses recursos em sala de aula, possivelmente devido a também apresentarem dificuldades nesta temática. Apesar disso, quando utilizados pelos docentes no ensino de Genética, as alternativas metodológicas apresentaram resultados positivos, contribuindo com o aprendizado do aluno no conteúdo em questão (Mulati *et al.*, 2012; Hermann e Araújo, 2013; Souza, 2014).

Portanto, diante do cenário apresentado, marcado pela necessidade de tornar a temática de Genética mais acessível a alunos e professores, pela ineficácia da metodologia tradicional no Ensino de Genética e pela importância de contemplar os diferentes tipos de inteligências múltiplas em sala de aula à partir da utilização de alternativas metodológicas, este estudo visa descrever três alternativas metodológicas utilizadas com sucesso para abordar tópicos que costumam causar dificuldades em alunos e professores do Ensino Médio, buscando minimizar as falhas existentes no processo de ensino-aprendizagem em Genética no Ensino Médio e Superior. A aplicabilidade e eficácia das metodologias descritas foram avaliadas em um curso de Formação Continuada em Genética, destinado a professores de Biologia do Ensino Médio.

¹ Doutorando pelo Curso de Genética da Universidade Federal do Paraná - UFPR, ronaldosantof90@gmail.com

² Professora orientadora: Doutora, Universidade Federal do Paraná - UFPR, danielamoraisleme@gmail.com

METODOLOGIA

Foram selecionadas três alternativas metodológicas, correspondentes a três conteúdos de Genética que costumemente causam dificuldades de compreensão em alunos e professores. As atividades selecionadas que serão descritas a seguir foram: 1) Usando cores e miçangas para aprender a Primeira Lei de Mendel e suas extensões; 2) Bingo dos Cromossomos Sexuais e 3) Bingo Evolutivo.

A atividade “Usando cores e miçangas para aprender a Primeira Lei de Mendel e suas extensões” foi utilizada para explicar a Primeira Lei de Mendel e suas extensões. Para participar desta atividade, os professores foram divididos em grupos, recebendo um kit composto por miçangas de diferentes cores (amarelo, azul, laranja, roxo, verde e vermelho) que seriam utilizadas para representar os gametas e os genótipos no Quadrado de Punnet; fichas impressas em diferentes cores, correspondendo aos diferentes fenótipos expressos; e um roteiro que detalhava os cruzamentos que deveriam ser realizados envolvendo a Primeira Lei de Mendel e suas extensões: Dominância Completa, Dominância Incompleta, Codominância, Alelos Letais e Alelos Múltiplos. A partir das instruções de cruzamento indicadas no roteiro, os educadores deveriam montar o quadrado de Punnet com as miçangas, preenchendo na sua primeira linha e na sua primeira coluna com os genes paterno e materno. Nos demais campos, eles deveriam juntar os genes materno e paterno, formando o genótipo de cada indivíduo. Na sequência, na tabela de reconhecimento de fenótipo, os docentes colavam a ficha colorida correspondente ao fenótipo expresso. Ao final da atividade, os professores identificavam as diferenças observadas em cada uma das extensões da primeira Lei de Mendel e as discutiam entre si.

A atividade “Bingo dos Cromossomos Sexuais” foi utilizada para explicar a Herança Sexual. Nesta atividade, os professores foram divididos em grupos e receberam um kit composto por dois copos plásticos, identificados respectivamente como Gameta masculino e Gameta feminino, com feijões de diferentes cores (preto, branco e vermelho) representando os diferentes cromossomos e alelos, além de uma ficha para registrar o resultado dos sorteios. O cromossomo X foi representada por feijões pretos e brancos, sendo que o preto correspondia ao alelo normal (X^D) e o branco correspondia ao alelo portador do daltonismo (X^d), herança sexual em questão descrita na atividade. O cromossomo Y foi representado pelo feijão vermelho. Dessa forma, considerando que as mulheres possuem dois cromossomos X, o copo com os gametas maternos foi preenchido com 50% de feijões pretos e 50% com feijões brancos. Por outro lado, como os homens possuem um cromossomo X e um cromossomo Y, o copo com os gametas paternos foi preenchido com 50% de feijões vermelhos, 25% feijões pretos e 25% feijões brancos. Para realizar esta atividade, os docentes deveriam sortear um feijão de cada copo, anotar os alelos correspondentes e devolver os feijões para o copo que haviam sido previamente retirados. Este procedimento foi repetido 15 vezes. Na sequência, os educadores deveriam identificar o genótipo do indivíduo ($X^D X^D$, $X^D X^d$, $X^d X^d$, $X^D Y$, $X^d Y$), o sexo do indivíduo (masculino ou feminino) e fenótipo resultante (normal ou daltônico). Ao final da atividade, os professores identificavam as diferenças observadas em relação a frequência de homens e mulheres daltônicos e como o sexo do indivíduo influenciava neste tipo de característica.

Por fim, a atividade “Bingo Evolutivo” foi utilizada para explicar Genética de Populações e a influência dos fatores evolutivos sobre uma população. Nesta dinâmica, os professores foram divididos em seis grupos, sendo que cada grupo recebeu um kit composto por um copo preenchido com 20 feijões (brancos e pretos), um roteiro descrevendo se havia a interferência de algum fator evolutivo sobre aquela população e uma folha em branco para registrar os 100 genótipos obtidos durante o sorteio. Esta atividade descrevia uma população de mariposas, que se encontrava em equilíbrio de Hardy-Weinberg e que apresentava o alelo A (correspondente a

coloração preta) na frequência de 0,6, e o alelo a (correspondente a coloração branca) na frequência de 0,4. A partir disso, foram criados 5 roteiros alternativos, que incluíam a presença de algum fator evolutivo atuando sobre a população. Dessa forma, foram escritos seis roteiros (um para cada grupo), que diferenciavam a quantidade de feijões pretos (Alelo A) e brancos (Alelo a) que estavam presentes em cada copo: 1) População não afetada por fatores evolutivos (Pretos = 12, Brancos = 8); 2) Ocorrência de Mutação que alterava alguns alelos brancos para pretos (Pretos = 15, Brancos = 5); 3) Seleção contra o dominante (Pretos = 6, Brancos = 14); 4) Seleção contra o recessivo (Pretos = 16, Brancos = 4); 5) Migração (Pretos = 10, Brancos = 10) e 6) Deriva Gênica (Pretos = 4 e Brancos = 16). A partir das instruções, cada grupo, sorteava de seu pote dois feijões por vez, anotavam o genótipo e devolviam os feijões ao copo, até totalizar 100 repetições. Ao final, os educadores deveriam contabilizar a frequência de cada genótipo e de cada alelo e analisar se a frequência dos seus alelos estavam dentro do equilíbrio de Hardy-Weinberg ou não, justificando o resultado encontrado. Além disso, por apresentarem diferentes roteiros, os grupos compararam seus resultados entre si.

A estratégia utilizada para avaliar a eficácia e a aplicabilidade destas alternativas metodológicas foi testá-las em um curso de Formação continuada em Genética realizado com professores do Ensino em Curitiba-PR. Os docentes participaram da aplicação de dez alternativas metodológicas relacionados ao Ensino de Genética. Ao final do curso eles avaliaram quantitativamente e qualitativamente cada uma delas. A análise quantitativa foi realizada por meio da atribuição de uma nota em uma escala de 0 até 10 pontos, para cada uma das atividades. Estes dados foram tabulados e submetidos a estatística descritiva, para obtenção de suas médias. A análise qualitativa ocorreu por meio da escrita de sugestões, críticas ou elogios a cada uma das atividades ao final do curso. Foi realizado o levantamento das respostas e as principais ideias foram sintetizadas. A partir dessa análise, as três atividades com maior média e aceitação mediante aos comentários dos docentes foram selecionadas e descritas neste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação e a avaliação das três alternativas metodológicas, observou-se que de forma geral, os docentes consideraram que todas as atividades contribuíram para uma melhor compreensão dos conteúdos abordados, pois tornaram visuais conteúdos que eram de difícil visualização e conseqüentemente de difícil compreensão. A utilização de alternativas metodológicas para auxiliar no processo de ensino-aprendizado de Genética já vem acontecendo e apresenta resultados positivos no aprendizado dos alunos. No entanto, a utilização desses recursos ainda é baixa, sendo necessário uma maior divulgação e a realização de mais estudos relacionados ao seu uso no ensino de Genética. Neste sentido, este estudo apresenta os resultados quantitativos e qualitativos de três atividades aplicadas para um grupo de professores do Ensino Médio. Quantitativamente, as 3 alternativas metodológicas receberam uma aprovação superior a 90%, enquanto qualitativamente foram bastante elogiadas por serem consideradas de fácil execução, criativas e que contribuíam para a compreensão dos conteúdos, corroborando com a avaliação positiva encontrada na literatura quanto ao uso de alternativas metodológicas em Genética (Hermann e Araújo, 2013; Souza, 2014).

Quando avaliada em uma escala de 0-10, a pontuação média da atividade “Usando cores e miçangas para ensinar a primeira Lei de Mendel e suas extensões” foi de 9,27 pontos, seguida pelo Bingo Evolutivo com 9,24 pontos e o Bingo dos Cromossomos Sexuais com 9,04 pontos. Esta repercussão positiva indica a ampla aceitação de alternativas metodológicas no ensino de Genética, em especial com a utilização de jogos, dinâmicas ou modelos didáticos, especialmente quando há participação direta dos participantes. Hermann e Araújo (2013) consideram que a utilização de jogos e outros métodos de ensino tem sido uma importante estratégia utilizada no processo de ensino-aprendizagem em Genética, uma vez que eles

estimulam a contextualização, o raciocínio e a memorização de um conteúdo, que tende a ser pouco compreendido pelos alunos. Em um levantamento realizado pelas autoras e relação as alternativas metodológicas publicadas na revista *Genética na Escola*, foi observado uma ampla aceitação dos alunos sobre essas metodologias.

Todas as atividades foram executadas eficientemente pelos docentes e trouxeram contribuições para o processo de ensino-aprendizagem em Genética. A atividade “Usando cores e miçangas para ensinar a primeira Lei de Mendel e suas extensões”, contribuiu para melhor visualização da distribuição aleatória dos gametas e permitiu a visualização dos genótipos dos indivíduos, além da interpretação dos fenótipos de acordo com o tipo de herança envolvida, contribuindo para o entendimento das diferenças entre os padrões de herança. Nesta atividade, todos os grupos conseguiram realizar corretamente todos os cruzamentos propostos e identificar as diferenças entre cada um dos cinco padrões de herança descritos, a partir do uso de miçangas para representar os gametas e genótipos e fichas coloridas para representar o fenótipo expresso.

No primeiro modelo (dominância completa) a partir do cruzamento de duas linhagens puras de bactérias azuis e roxas, obtinha-se uma F1 azul heterozigótica, que ao cruzar entre si gerava uma F2 representada por 3 fichas azuis e 1 ficha roxa, uma vez que para a dominância completa não existe um fenótipo intermediário para o heterozigoto. Entretanto, nos modelos 2 (dominância completa) e 3 (codominância), flores amarelas (AA) e vermelhas (VV) eram cruzadas em si, formando uma F1 heterozigótica (AV) que cruzava entre si. Nestes dois modelos, os docentes deveriam escolher entre as seguintes cores para expressão dos fenótipos: Vermelho, Amarelo, Vermelho com amarelo e Laranja. Todos os grupos identificaram a proporção genotípica de $\frac{1}{4}$ AA, $\frac{1}{4}$ VV e $\frac{2}{4}$ AV nos dois cruzamentos. Entretanto houve diferença na expressão fenotípica, em relação ao fenótipo do heterozigoto (AV), pois no modelo 2, pois se tratar de dominância incompleta surgiu um terceiro fenótipo, na cor laranja, sendo intermediário aos outros dois. Em contrapartida, no modelo 3 de codominância, os dois alelos exercem a mesma dominância, tornando o fenótipo heterozigótico parte de ambos, ou seja, vermelho com amarelo.

No quarto modelo (alelos letais), a cor amarela era dominante em relação a cor laranja em uma espécie de camundongos. Entretanto, o alelo L era letal em homozigose. Na representação do fenótipo, foi observado que apenas 3 dos 4 indivíduos eram viáveis, uma vez que o portador do genótipo LL morria, resultando em uma proporção de 2 amarelos para 1 laranja. Por fim, no modelo 5 (alelos múltiplos) os participantes representaam o cruzamento entre um indivíduo com sangue tipo A ($I^A i$) com outro do tipo B ($I^B i$). Foram utilizadas diferentes cores de miçangas para representar os alelos múltiplos, sendo, I^A verde, I^B vermelho e i azul. Ao final do cruzamento, foi observado que surgiram indivíduos com os 4 tipos sanguíneos ($I^A i$; $I^B i$; $I^A I^B$; ii).

Entre os comentários mais frequentes realizados pelos professores que participaram desta atividade, destacam-se: “Achei a melhor atividade entre todas as realizadas”, “Prática fantástica que auxilia na correlação e visualização dos conceitos”, “Ótima para visualizar as diferenças, mas eu trocaria as miçangas por EVA” e “Ótima atividade, ajuda de maneira simples a fixar os conteúdos, porém substituir as miçangas por outro objeto”. A rejeição dos docentes pelas miçangas se deu pelo seu pequeno tamanho e a dificuldade em colá-las. A confecção de modelos didáticos com materiais do cotidiano tem sido cada vez mais comum no ensino de Genética. Materiais como massinha, baralho e EVA são utilizados de maneira criativa para auxiliar na visualização dos processos e na fixação dos conteúdos. Entre os tópicos relacionados a Primeira Lei de Mendel e suas extensões, verifica-se que outros autores já desenvolveram atividades relacionadas a primeira lei de Mendel, aos alelos múltiplos, em especial o Sistema ABO para auxiliar na compreensão desse conteúdo (Salim *et al.*, 2007; Valadares e Resende, 2009; Hermann e Araújo, 2013).

A atividade “Bingo dos Cromossomos Sexuais” contribuiu para que os participantes visualizassem as diferenças na constituição sexual de homens e mulheres (Cromossomos X e Y) e para tornar mais visual que a maior frequência de homens daltônicos está relacionada com um padrão de herança que é influenciado pelo sexo do indivíduo. Nesta atividade, cada um dos 9 grupos sorteou o genótipo de 15 indivíduos, totalizando uma amostragem de 135 indivíduos, dos quais 86 eram homens (64%) e 49 mulheres (36%). Entre os 86 homens, 57% deles foram daltônicos (49), enquanto entre as 49 mulheres, apenas 34% foram daltônicas (17). Todos os grupos concluíram que o número de homens afetados pelo daltonismo era maior, pois estes dependiam de apenas um cromossomo X (X^dY) para serem afetados pelo daltonismo. Em contrapartida, para serem daltônicas, as mulheres precisavam portar os dois alelos afetados (X^dX^d). Entre os comentários que se destacaram sobre essa atividade estão: “Muito relevante, fácil e prática”, “Os alunos sempre gostam de bingo, proposta excelente e aplicável em sala de aula”, “Boa, econômica, divertida e de fácil compreensão”, “Trocaria os feijões por botões coloridos”, “Usaria copos menores para fazer o sorteio”, revelando a boa aceitação da proposta. O uso de jogos é um dos recursos mais encontrados e que agrada os estudantes. A utilização de bingo já foi realizada por outros autores, em uma atividade chamada Bingo das Ervilhas, para ensinar a primeira e a segunda lei de Mendel e um Bingo de Conceitos e definições para a fixação de conceitos básicos de Genética. A utilização desse tipo de recurso contribui para a fixação dos conteúdos pelos estudantes (Soares *et al.*, 2016).

Por fim, a atividade “Bingo Evolutivo” contribuiu para uma melhor compreensão da Genética de populações, facilitando o entendimento sobre como determinar a frequência dos alelos A e a, permitindo sua visualização e a compreensão da influência dos fatores evolutivos sobre as populações e o equilíbrio de Hardy-Weinberg. Os seis grupos apresentaram conclusões adequadas após o sorteio de 100 genótipos. Com exceção do grupo 1, que não sofria ação de nenhum fator evolutivo sobre a população, os demais encontraram grande diferença em relação a frequência inicial $A=0,6$ e $a=0,4$. Após obterem seus resultados, os grupos discutiram eles entre si e concluíram que a presença de fatores evolutivos, afetavam a frequência dos alelos e genótipos na população. Em relação a essa atividade, os docentes destacaram: “Ótima, permite jogar, brincar e aprender o conteúdo”, “Prática e clara, permite a compreensão a dinâmica de uma população”, “Cada grupo poderia confeccionar um cartaz para tornar mais visual seus resultados” e “Gostei, mas usaria copos menores para o sorteio e botões coloridos ao invés de feijões”. Foi observado que a temática de Evolução e Genética das Populações, é uma das que mais concentra alternativas metodológicas existentes para serem utilizados em sala de aula, especialmente a partir da utilização de modelos representativos, como o desenvolvido por este estudo (Oliveira *et al.*, 2008; Klautau-Guimarães *et al.*, 2008; Hermann e Araújo, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alternativas metodológicas aqui propostas para o Ensino de Genética facilitaram a observação de processos biológicos que acontecem em nível microscópico, tendo sido aceitas e avaliadas de forma positiva pelos professores que as testaram. Estes resultados corroboram com a literatura, que pondera que a utilização de jogos, dinâmicas, paródias e modelos didáticos tem sido uma ferramenta bastante eficiente para uma melhor compreensão da Genética. Além disso, a realização dessas atividades em um curso de formação continuada em Genética contribuem com a formação docente, auxiliando os educadores na busca de recursos para minimizar as problemáticas existentes em sala de aula.

Dessa forma, a utilização destas ferramentas contribui com a comunidade escolar, ao ser uma eficiente alternativa para minimizar os problemas de ensino-aprendizagem em Genética, ao fornecer novos recursos aos professores e ao minimizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos. A verificação da eficácia dessas ferramentas de ensino serve para estimular outros membros da comunidade científica a desenvolver metodológicas que

contribuam para o ensino de tópicos complexos e de difícil visualização, como a Genética. Apesar dos bons resultados encontrados por esta pesquisa, é importante ressaltar que novas ferramentas devem ser desenvolvidas constantemente, que seu uso deve ser estimulado e ainda que a Educação Básica necessita de mais atenção e investimentos.

REFERÊNCIAS

- BAHAR, M.; JOHNSTONE, A.H.; HANSELL, M.H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86, 1999.
- BELMIRO, M.S.; BARROS, M.D.M. Teaching genetics in high school: a statistical analysis of previous conceptions from pre-university students. *Praxis*, 9 (17), 2017
- FONTENELE, M.S.; CAMPOS, F.L. Proposal of a didactic model as a facilitator of the teaching of the DNA structure in a public school in the northern middle region of Piauí, Brazil. *Espacios*, 38(45), 21 – 32, 2017
- GARDNER, Howard. Inteligências Múltiplas: a teoria na prática. Artes Médicas, 1995.
- HERMANN, F.B.; ARAUJO, M.C.P. Os jogos didáticos no Ensino de Genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista Genética na Escola. *VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia*, 2013
- KLATAU-GUIMARÃES, M.N.; OLIVEIRA, S.; AKIMOTO, A.; HIRAGI, C.; BARBOSA, L.S.; ROCHA, D.M.S.; CORREIA, A. Combinar e recombinar com os dominós. *Genética na Escola*, v.3, p. 1-7, 200
- KNIPPELS, M.C.P.J.; WAARLO, A.J.; BOERSMA, K.T. Design criteria for learning and teaching genetics, *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112, 2005.
- MCCARTHY, J.P.; ANDERSON, L. Active Learning Techniques Versus Traditional Teaching Styles: Two Experiments from History and Political Science. *Innovative Higher Education*, 24 (4), 2000
- MONTE, S.F.; FEITOSA, E.M.A. Formação de Professores em países com alto desempenho no PISA e no Brasil. *Anais CONEDU*, 2017.
- MULATI, A.L.L.; KAVALCO, K.F.; PAZZA, R. O uso dos termos “código genético” e “carga genética” em jornais da web. 58º Congresso Brasileiro de Genética, 2012.
- OLIVEIRA, M.V.M.; ARAUJO, W.S.; OLIVEIRA, A.C.; SOARES, T.N. Jogo Galápagos: A extinção e a irradiação de espécies na construção da diversidade biológica, v.3, p.49-57, 2008.
- SALIM, D.C.; RIBEIRO, A.K.; PEDROSA, G.B.L.; GUIMARÃES, K.M.N.; OLIVEIRA, S.F. O baralho como ferramenta no ensino de Genética. *Genética na Escola*, vol.2(1), 6-9, 2007.
- SMITH, M.K.; WOO, W,B, Teaching Genetics: Past, Present and Future. *Genetics*, 204, 5-10, 2016
- SOARES; J.M.A.; SOUZA, A.R.F.; CALIXTO, M.S. Genética na Escola: O lúdico na formação de valores. *Anais CONEDU*, 2016.
- SOUZA, R.W.L. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. *REB*, vol.7, 124-142, 2014.
- VALADARES, B.L.B.; RESENDE, R.O. Na Trilha do Sangue: O Jogo dos Grupos Sanguíneos. *Genética na Escola*, v.4, p.10-16, 2009.