

PRÁTICA DE ENSINO EM GENÉTICA: PROPORÇÃO MENDELIANA COM MIÇANGAS

Natan Bernardes Lima Marques¹

Layon Fillipe Martins²

Álvaro Pereira de Carvalho³

Danielle Aparecida Ferreira de Oliveira⁴

Jeyson Césary Lopes⁵

1 INTRODUÇÃO

No campo das Ciências e da Biologia, destaca-se a relevância da aprendizagem por meio da experimentação, com o intuito de promover a formação de uma visão crítica e científica por parte dos estudantes. Em sua grande maioria, os educadores estão alinhados com a importância das práticas de ensino no processo de aprendizagem (ARAÚJO, 2011).

Embora a implementação de práticas de ensino seja uma estratégia que contribui para alcançar os objetivos estabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no que tange ao ensino de Ciências e Biologia, é importante destacar que alguns educadores argumentam que a realização de práticas requer um planejamento mais robusto e uma maior carga horária. Além disso, em algumas escolas, especialmente as públicas, é lamentável constatar a frequente falta de infraestrutura adequada para a realização de práticas laboratoriais mais complexas (ANDRADE; MISSABNI, 2011; INTERAMINENSE, 2019).

A adesão às atividades práticas no ensino básico brasileiro é notoriamente baixa. Marandino, Selles e Ferreira (2009) apontam que essa situação está relacionada à estrutura educacional, à restrição de tempo no currículo, à insegurança dos professores ao ministrá-las e à dificuldade de manter o controle dos alunos em um ambiente desafiador, como um laboratório. No entanto, conforme Alffonso (2019) destaca, as aulas práticas exercem um impacto substancial no processo de aprendizagem dos estudantes, uma vez que permitem a conexão do conteúdo teórico abordado em sala de aula com os fenômenos experimentados, estimulando a formulação de hipóteses e a busca por novas informações.

A genética é a disciplina científica voltada para a investigação das razões que levam organismos relacionados por descendência a apresentar semelhanças. Em termos mais simples, a genética busca elucidar o fenômeno da hereditariedade, baseando-se nos experimentos do botânico austríaco Gregor Johann Mendel. Entretanto, temas relacionados à genética no contexto do ensino básico frequentemente se mostram de difícil aplicação devido ao alto grau de abstração, o que cria obstáculos para que os alunos compreendam o conteúdo. Consequentemente, para muitos desses estudantes

¹ Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: natanbernardes@unipam.edu.br.

² Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: layonfillipe@unipam.edu.br.

³ Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: alvarocarvalho@unipam.edu.br.

⁴ Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: danielleafoliveira@unipam.edu.br.

⁵ Docente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: jeysoncl@unipam.edu.br.

desmotivados, a aprendizagem da genética torna-se uma tarefa árdua (BUGALLO, 1995; VILELA, 2007; CASTELÃO, AMABIS, 2008).

Por isso, a implementação de atividades pedagógicas diferenciadas pode desempenhar um papel fundamental ao estimular o interesse e a curiosidade dos alunos em relação aos tópicos abordados, proporcionando um processo de ensino mais envolvente e afetivo (OLIVEIRA, 2015). Embora a literatura científica relacionada à genética seja extensa, há uma escassez de relatos sobre atividades práticas, em grande parte devido à complexidade de sua aplicação em condições normais de ensino (VILELA, 2007).

O livro didático é frequentemente o recurso de ensino principal, porém ele não deve ser considerado a única ferramenta de ensino, uma vez que o ensino de genética deve ser abordado em um contexto que seja relevante para a realidade dos alunos. O livro didático deve servir como suporte ao processo de ensino, mas é essencial que os conteúdos sejam apresentados de maneira contextualizada (TOMPO *et al.*, 2016).

Nesse contexto, o papel do professor, atuando como mediador do conhecimento, adquire extrema importância ao buscar constantemente atualização para desenvolver abordagens alternativas que tornem as informações mais acessíveis aos alunos (BRASIL, 2017). Tais abordagens podem incluir a implementação de aulas com metodologias ativas, que rompem com a tradicional exposição contínua do conhecimento e permitem que o aluno se torne ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Sousa *et al.* (2019) observaram características dos estudantes matriculados no curso de Ciências Biológicas (licenciatura) que realizaram estágios em unidades de ensino, ressaltando a existência de consideráveis dificuldades relacionadas ao entendimento da genética moderna e à falta de conexão entre os princípios da genética mendeliana e a realidade cotidiana dos alunos. Isso evidencia a necessidade de aperfeiçoamento na formação dos professores dentro das universidades, direcionando-os para a adoção de novas metodologias de ensino que tornem o aprendizado da genética mais eficaz e relacionado à vivência dos alunos.

Por isso, é importante que ainda durante a graduação os futuros professores desenvolvam atividades e propostas metodológicas alternativas para que sejam capazes de aplicar os conteúdos em um contexto mais familiar aos alunos (SOUSA *et al.*, 2019)⁶.

2 MATERIAL E MÉTODO

A atividade prática foi desenvolvida com o intuito de ser aplicada a alunos do ensino fundamental e médio, com uma duração média de uma hora de aula (50 minutos). É fundamental ressaltar que essa atividade prática deve ser vista como um complemento

⁶ Os autores deste estudo, alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas do UNIPAM, modalidade licenciatura, durante sua prática de formação, analisaram um modelo de aula prática utilizando miçangas para representar os mecanismos de transmissão genética e buscaram comprovar se a prática segue os princípios mendelianos de distribuição de genes. Esse estudo sobre prática de ensino contribuirá não só para seu aprendizado do conteúdo de genética, mas principalmente para sua atuação na docência, concebendo uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem que envolve a investigação científica.

à abordagem teórica, ou seja, seu propósito é dinamizar a compreensão do conteúdo. Portanto, é desejável que os alunos já possuam algum conhecimento prévio sobre conceitos fundamentais em genética, tais como gene, alelos, fenótipo, genótipo, homocigoto e heterocigoto.

A metodologia ativa que busca associar recursos didáticos visuais é uma abordagem simples e eficaz que pode ser desenvolvida pelos alunos com o auxílio do professor. A intenção é tornar o processo de aprendizagem lúdico, concentrando-se no cálculo das proporções fenotípicas e genotípicas, permitindo que os estudantes compreendam a base da herança monogênica autossômica.

Para realizar essa prática, é necessário preparar previamente os seguintes materiais: 6 vidros vazios (que podem ser substituídos por copos de plástico), 24 contas brancas, 24 contas vermelhas, 24 alfinetes, folhas de papel e canetas. Para facilitar a organização, pode ser conveniente usar uma base de isopor sob as folhas de papel. Se a atividade for realizada em sala de aula, é interessante que os alunos trabalhem em grupos, o que permitirá que discutam os resultados e enriqueçam a experiência de aprendizado.

2.1 PROCEDIMENTOS PARA A PRÁTICA COM MIÇANGAS

Primeiramente, deve-se identificar cada vidro da seguinte maneira: 4 deles com a letra “P” (para parental) e 2 com “F1” (referente à filiação 1). As contas devem ser organizadas de forma que haja 2 vidros “P” com 12 contas vermelhas em cada um e outros 2 vidros “P” com 12 contas brancas em cada um. Além disso, é necessário criar três quadros no papel, cada um subdividido para representar os genótipos em questão: BB, Bb e bb. Dois desses quadros devem ser reservados para a geração F1, enquanto o terceiro quadro diz respeito à geração F2, que remete às gerações dos cruzamentos. No Anexo 1, um exemplo visual dessa organização pode ser consultado.

É importante ressaltar que as miçangas brancas contidas nos recipientes identificados com a letra “P” representam os genes de uma planta que é homocigota para flores brancas, ou seja, “bb”. Por outro lado, os demais vidros “P” com as miçangas vermelhas representam os genes de plantas homocigotas para flores vermelhas, ou seja, “BB”.

Para representar o cruzamento entre os genótipos BB X bb, foi realizado o seguinte procedimento: usando um alfinete, uma miçanga vermelha e uma branca foram espetadas, de forma aleatória, em um dos quadros F1, correspondendo ao genótipo específico, até que o conteúdo dos dois primeiros vidros “P” de cada cor fosse esgotado. O mesmo procedimento foi repetido para o cruzamento com os outros vidros, com os alfinetes sendo espetados no segundo quadro F1.

Para ilustrar o cruzamento entre as duas gerações F1, os alfinetes que seguravam as miçangas foram retirados, e as miçangas de um dos quadros foram misturadas em um vidro marcado como “F1”, enquanto as miçangas do outro quadro foram colocadas em outro vidro rotulado como “F1”. A fim de simbolizar o cruzamento entre os indivíduos da geração F1, uma miçanga foi retirada aleatoriamente de cada vidro “F1” e espetada com um alfinete no quadro F2, no local apropriado. Nesse contexto, duas miçangas vermelhas representam o genótipo BB, duas miçangas brancas

representam o genótipo bb , e uma miçanga de cada cor representa o genótipo Bb . Esse procedimento foi repetido até que todas as miçangas fossem utilizadas.

2.2 ANÁLISE DE DADOS

Após concluir a contagem e obter a proporção desejada, um teste qui-quadrado com um nível de significância de 5% foi conduzido utilizando a plataforma Microsoft Excel 2013. Os dados obtidos foram organizados em forma de tabela. Esse teste foi empregado para avaliar se os resultados observados podem ser atribuídos ao acaso (H_0), ou se há indícios de que tenha ocorrido um desvio em relação à proporção mendeliana esperada (H_a).

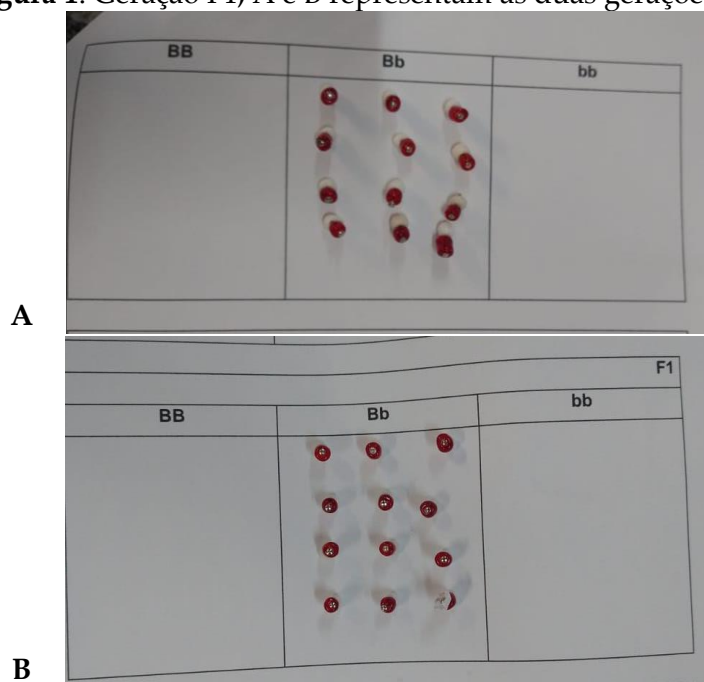
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de se trabalhar a atividade é interessante que o professor tenha o cuidado de averiguar o conhecimento prévio do aluno porque, de posse dessas informações, ele poderá promover reflexões que ajudem o aluno a compreender o que estão realizando na atividade prática. O primeiro conceito que é necessário é o processo de formação dos gametas. Porém, esse tema é dado, geralmente, em outro momento do processo de ensino, haja vista que o livro didático apresenta o conteúdo de forma fragmentada. Dessa maneira, se o professor não ajudar os alunos a se lembrarem o que significa, a prática só estará contribuindo para reprodução do conhecimento e não para uma aprendizagem significativa (FALA *et al.*, 2009).

Quando o aluno retira uma miçanga do vidro, essa ação simboliza a seleção de um gameta daquele indivíduo, que pode carregar o gene B ou b (dependendo se a miçanga é vermelha ou branca). No contexto do processo de divisão celular, os cromossomos de uma célula se separam para dar origem a outras 4 células filhas. No entanto, em um indivíduo homozigoto, qualquer um dos gametas produzidos por ele conterá o mesmo gene. Durante a reflexão sobre a atividade, é essencial que o professor incentive o aluno a se expressar, mesmo que o aluno utilize palavras que fazem parte de seu vocabulário comum. Cabe ao professor traduzir essas palavras para terminologia científica, conforme necessário (SILVA, 2005). Isso ajudará os alunos a relacionar seus pensamentos e observações com os conceitos científicos, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo.

Cada recipiente marcado como “P” representa os indivíduos que Gregor Mendel chamou de “geração parental”, devido ao fato de serem homozigotos e pertencerem a linhagens puras. Esses indivíduos, quando autofecundados ou cruzados com outros da mesma população, não apresentam variação nas características observadas. Partindo do pressuposto de que havia um total de 12 miçangas de cada cor nos recipientes, na primeira geração filial, também conhecida como geração F1, obteve-se 12 indivíduos representados pelos alfinetes. Todos esses indivíduos da geração F1 exibiam uma miçanga vermelha e uma miçanga branca, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Geração F1, A e B representam as duas gerações F1



Fonte: os autores, 2022.

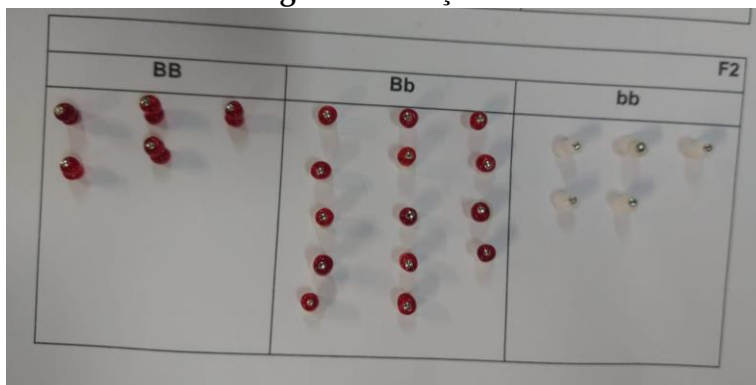
Portanto, é importante destacar que 100% dos indivíduos da geração F1 (A e B) possuem o genótipo Bb, ou seja, duas cópias distintas do alelo, uma herdada de cada progenitor, tornando-os heterozigotos. Nesse ponto, o professor deve estimular os alunos a perceber a conclusão fundamental a que Mendel chegou em seus experimentos: não importa a forma como o cruzamento é realizado, a cor das flores que predomina na geração F1 será aquela do genitor que contribui com o alelo B, que, neste caso, é representado pelas miçangas vermelhas (GRIFFITHS *et al.*, 2002). Isso ilustra de maneira clara o princípio da dominância mendeliana, onde um alelo domina o outro na determinação do fenótipo.

Para de maneira visual os efeitos da dominância e recessividade, foi adotado como padrão colocar a miçanga branca abaixo da miçanga vermelha, destacando-a. É importante que os alunos observem que a cor vermelha se sobrepõe à branca, demonstrando que o alelo para a cor vermelha das flores é dominante em relação ao gene para a cor branca. No entanto, é fundamental ressaltar que o alelo recessivo, embora menos expresso, ainda pode ser percebido. Isso enfatiza o conceito de que o alelo recessivo não desaparece completamente, mas é mascarado pela expressão do alelo dominante na geração F1.

Ao representar o cruzamento entre dois indivíduos da geração F1, que são heterozigotos (Bb), obtiveram-se indivíduos com todos os genótipos possíveis (BB, Bb, bb), porém em diferentes proporções, como ilustrado na Figura 2. Cada recipiente na figura representa um indivíduo da geração F1, e as miçangas simbolizam os genes que serão transmitidos aos gametas. Dado que a característica em questão é determinada apenas pelo gene B, cada indivíduo da geração F2 (representados pelos alfinetes) herda um alelo de cada um dos progenitores.

Assim, a proporção genotípica na geração F2 foi de 14:5:5, o que significa que 58,33% dos indivíduos são heterozigotos (Bb), enquanto 41,6% são homozigotos, dos quais 28,83% são homozigotos dominantes (BB) e 28,83% são homozigotos recessivos (bb). Essa distribuição dos genótipos na geração F2 ilustra um dos princípios fundamentais da genética mendeliana.

Figura 2: Geração F2



Fonte: os autores, 2022.

É fundamental que o professor auxilie os alunos a compreender que nas plantas adultas, cada tipo de gene está presente duas vezes em cada célula, formando um par de genes ($2n$). A cópia do gene recebida de cada progenitor (B ou b) ocorre de forma aleatória, ou seja, para esse traço, a segregação é independente. Portanto, embora os indivíduos da geração F1 mostrem apenas o fenótipo de cor vermelha nas flores, eles carregam cópias de diferentes alelos. No entanto, o alelo recessivo b, responsável pelo fenótipo de cor branca, só se expressa nas gerações posteriores (F2), quando está em homozigose (GRIFFITHS *et al.*, 2002). Esse é um exemplo clássico da Lei da Segregação de Mendel, que descreve como os alelos se separam e se distribuem durante a formação dos gametas.

Os resultados obtidos pelo biólogo Gregor Mendel, frequentemente referido como o pai da genética, levaram-no à conclusão de que os indivíduos carregavam fatores hereditários sempre em pares, um proveniente da mãe e o outro do pai. Essa observação é conhecida atualmente como a Primeira Lei de Mendel.

Além disso, Mendel identificou a existência de interações entre esses fatores hereditários. Quando um indivíduo herdava fatores diferentes, em alguns casos, apenas um desses fatores era responsável pelos traços visíveis. Mendel chamou esses indivíduos que herdavam dois fatores de “híbridos”, que são atualmente referidos como heterozigotos. No entanto, a característica “recessiva”, que estava anteriormente oculta, não desaparecia e poderia ser observada em cruzamentos entre heterozigotos, um fenômeno que atualmente é conhecido como segregação e é central para a herança de características genéticas (BAIOTTO; SEPEL; LORETO, 2016).

Para verificar se os resultados seguem o princípio mendeliano, é fundamental estabelecer hipóteses que possam ser comparadas com os resultados observados. Nesse contexto, consideraram-se duas hipóteses: H_0 , que sugere que a frequência observada

ocorre ao acaso, ou seja, está de acordo com as proporções mendelianas, e H_a , que indica que a frequência observada difere estatisticamente da esperada (na proporção de 1:3:1).

Ao tabular as frequências esperadas em comparação com as frequências observadas, é possível analisar por meio do teste qui-quadrado (conforme demonstrado na Tabela 1) se existe uma diferença significativa entre os resultados reais e as hipóteses. Esse teste permite aceitar uma hipótese e rejeitar a outra, com base na significância estatística da diferença (CLARK; DOWNING, 2010). Esse procedimento é fundamental para avaliar se os resultados experimentais se encaixam no modelo proposto por Mendel ou se há desvios estatisticamente significativos.

Tabela 1: Genótipo esperado x observado

GENÓTIPO	ESPERADO	OBSERVADO	* χ^2
BB	6	5	0,1667
Bb	12	14	0,3333
bb	6	5	0,1667
TOTAL	24	24	**0,6667

*dado por: $\chi^2 = (E - O)^2/E$.

** $[(6 - 5)^2/6] + [(12 - 14)^2/12] + [(6 - 5)^2/6] = 0,6667$ (χ^2 total).

Fonte: os autores, 2022.

Ao estabelecer H_0 como distribuição ao acaso do genótipo, espera-se que os testes sigam as proporções estabelecidas pelas Leis de Mendel. Em um cruzamento de indivíduos heterozigotos, a proporção fenotípica esperada é de 1:3 onde: B- (presença da característica dominante, independente de ser homozigoto ou heterozigoto) representa 75% dos indivíduos; e bb (característica recessiva, presente apenas em indivíduos homozigotos) representa 25% dos indivíduos.

Quanto aos genótipos esperados, a proporção é de 1:2:1. Em um total de 24 indivíduos, espera-se 6 indivíduos com genótipo BB ($24 \times 0,25$), 12 com Bb ($24 \times 0,5$) e 6 com bb ($24 \times 0,25$). Essa é a expectativa com base nas proporções mendelianas, e o teste qui-quadrado será usado para avaliar se os resultados observados se desviam significativamente dessas proporções.

No entanto, os resultados observados diferem dos resultados esperados. Utilizando o teste qui-quadrado com um nível de significância de 5% e GL1 (grau de liberdade) igual a 3,841, obtemos um valor de $\chi^2 = 0,6667$, que é menor que 3,841. Portanto, conclui-se que não há diferença estatisticamente significativa entre a frequência esperada e a frequência observada na prática. Isso indica que o desvio observado é devido ao acaso, e não há outros fatores que interferem nos valores encontrados (SNUSTAD; SIMMONS, 2013). Em outras palavras, os resultados se encaixam nas proporções mendelianas esperadas, e qualquer desvio é atribuído à aleatoriedade.

A precisão estatística está diretamente relacionada ao tamanho da amostra, o que significa que, para obter resultados mais precisos, é válido realizar o teste com uma amostra maior. No entanto, no contexto de uma prática de ensino, em que o tempo disponível para a aula é limitado, uma amostra de 24 "indivíduos" é mais viável e ainda fornece um nível aceitável de proximidade com a realidade. Isso permite que os alunos

participem ativamente da construção do conhecimento, afastando-se do ensino descontextualizado que é frequentemente adotado em genética (SPIEGEL; SCHILLER; SRINIVASAN, 2015).

As atividades práticas passaram a desempenhar um papel crucial na compreensão ativa dos conteúdos, mesmo diante das dificuldades de implementação nas escolas, onde laboratórios são escassos. Portanto, metodologias alternativas que fazem uso de materiais simples do cotidiano, como alfinetes e miçangas, sem a necessidade de vidrarias e equipamentos dispendiosos, podem ser aplicadas tanto em sala de aula como em um ambiente doméstico (MENDES, 2010; BIZZO, 2007; GONÇALVES, 2021). Isso possibilita uma abordagem mais acessível e prática para o ensino de genética, tornando-o mais tangível para os alunos.

4 CONCLUSÃO

A realização dessa prática permitiu aos autores explorar um método alternativo para aplicar as Leis de Mendel, demonstrando ser um recurso de aprendizagem eficaz. Além disso, o uso de materiais simples torna possível o ensino prático de genética, afastando-se da abstração das aulas teóricas. Os resultados obtidos, com $\chi^2 = 0,6667 < 3,841$, indicam que a prática não difere estatisticamente das frequências esperadas, confirmando a aderência aos princípios mendelianos de distribuição. Isso valida sua aplicação tanto nas salas de aula do ensino básico quanto para os alunos da graduação. Essa abordagem prática pode tornar o ensino de genética mais acessível e envolvente, contribuindo para uma compreensão mais sólida dos conceitos genéticos.

REFERÊNCIAS

- ALFFONSO, C. M. Práticas inovadoras no ensino de Ciências e Biologia: diversidade na adversidade. **Revista Formação e Prática Docente**, [S. l.], v. 2, p. 69-85, 2019. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistaformacaoepraticaunifeso/article/view/695/659>.
- ANDRADE, M. L. F. de; MASSABNI, V.G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>.
- ARAÚJO, D. H, de S. **A importância da experimentação no ensino de Biologia**. 2011. 24 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1925>.
- BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N; LORETO, É. L. S. Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha. **Revista Genética na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 286-293, 2016.
- BIZZO, N. **Ciência: fácil ou difícil?**. São Paulo: Ática, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** competências gerais da educação básica. Brasília: MEC, 2017.

BUGALLO, R. A. La didáctica de la genética: revision bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 379-385, 1995. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21426>.

CASTELÃO, T. B. AMABIS, J. M. Motivação e ensino de genética: um enfoque atribucional sobre a escolha da área, prática docente e aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54., Salvador, 2008. **Anais [...]**. Salvador, p. 5. Disponível em: <http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2008/23345.pdf>.

CLARK, J.; DOWNING, D. **Estatística aplicada: série essencial**. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

FALA, A. M., CORREIA, E. M., PEREIRA, H. D. M. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 100-123, 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/248>.

GONÇALVES, T. M. Permeabilidade da membrana plasmática celular da beterraba: uma proposta de aula prática no ensino médio. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, e30010313479, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13479>.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al.* **Introdução à genética**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 2002.

INTERAMINENSE, B. de K. A importância das aulas práticas no ensino da Biologia: uma metodologia interativa. **ID on line. Revista de psicologia**, Jabotão dos Guararapes, v. 13, n. 45, suppl. 1, p. 342-354, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1842>.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MENDES, F. C. P. **Fundamentos e metodologia do ensino de Ciências**. Curitiba: Editora Fael, 2010. 75 p.

OLIVEIRA, S. R. R. de. **Proposta metodológica para o ensino de herança monogênica: a experiência como prática educativa**. 2015. 44 f. Monografia (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio), Universidade Federal do Paraná, Apucarana, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/147518612.pdf>.

SILVA, A. C.R. Os conhecimentos prévios no contexto da sala de aula. **Revista Metáfora Educacional**, [S. l.], n. 2, p. 01-06, 2005. Disponível em: https://www.valdeci.bio.br/pdf/n02_2005/conhecimentos_previos_ana.pdf.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

SOUSA, R. V. T. S.; FARIAS, S. T.; CORDEIRO, J. C. Possibilidade de ensino de genética na educação básica. In: LIMA, R. S. de *et al.* (org.). **Formação de professores: ressignificando saberes do PROFBIO**. 1. ed. João Pessoa: Editora UFPB, 2019. p. 241-258.

SPIEGEL, M. R.; SCHILLER, J. J.; SRINIVASAN, R. A. **Probabilidade e estatística**. Porto Alegre: Grupo A, 2015.

TOMPO, B. *et al.* The development of discovery-inquiry learning model to reduce the science misconceptions of junior high school students. **International Journal of Environmental and Science Education**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. 5676-5686, 2016.

VILELA, M. R. **A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio**. 2007. 58 f. Monografia (Especialista em Ensino de Ciências por Investigação), Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/monografia/genetica.pdf.

ANEXOS**ANEXO 1 – TABELA CRUZAMENTO**

Geração F1		
BB	Bb	bb

Geração F1		
BB	Bb	bb

Geração F2		
BB	Bb	bb