ISSN: 2358-8829

O USO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES E MODELAGEM DIDÁTICA NO ENSINO DE GENÉTICA: A CAIXA DE OVOS DE MENDEL E MICROSCOPIA

Vanderlan Da Costa Santos Filho [1]
Maria isabela Sousa Dutra[2]
Irwing Carlo Neres da Silva [3]
Renato Correia Lima[4]

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma experiência pedagógica fundamentada na metodologia ativa de rotação por estações, aplicada ao ensino de Genética para o Ensino Médio. O objetivo foi superar a abstração inerente ao tema, integrando teoria, modelagem concreta e observação biológica para explicar a Primeira Lei de Mendel e sua relação com a Teoria Cromossômica da Herança. A atividade foi realizada em uma escola da rede pública estadual do Maranhão e dividida em três estações distintas. Na primeira, realizou-se a introdução teórica dos conceitos de dominância, recessividade e segregação de fatores. A segunda estação utilizou o recurso "A Caixa de Ovos de Mendel", já disponível na literatura , no qual os alunos construíram modelos de cromossomos e alelos com massa de modelar para simular a formação de gametas e cruzamentos das gerações parental, F1 e F2. Na terceira estação, os estudantes realizaram a visualização microscópica de lâminas de células em meiose, esperma de rato e cromossomos humanos, conectando os modelos manipuláveis às estruturas celulares reais. Como instrumento de avaliação e sistematização, foi solicitado um relatório técnico contendo as tabelas de cruzamentos geradas na caixa de ovos, desenhos das observações microscópicas e uma síntese textual de quinze linhas correlacionando a segregação física dos cromossomos na meiose com as leis mendelianas. Os resultados demonstraram que a alternância de estações favorece o engajamento e a compreensão de que a segregação dos fatores proposta por Mendel é o resultado direto da separação dos cromossomos homólogos. A prática mostrou-se um recurso altamente viável com infraestrutura laboratorial adequada para a alfabetização científica no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Genética, Rotação por Estações, Meiose, Recurso Didático, Ensino de Biologia.

[1] Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL,vanderlansantos618@gmail.com;
[2]Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Isabela.dutra@uemasul.edu.br;
[3] Graduado do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, irwin.nds@gmail.com
[4] Doutor em em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (PPG-GCBEv) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Professor da Escola Centro de Ensino Graça Aranha. E-mail: renato.lima@prof.edu.ma.gov.br

ISSN: 2358-8829

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia, especificamente no campo da genética mendeliana, constitui um dos maiores desafios pedagógicos contemporâneos devido ao elevado grau de abstração dos conceitos de hereditariedade. A 1ª Lei de Mendel, que postula a segregação independente dos alelos durante a formação dos gametas, é frequentemente ensinada de forma puramente teórica, o que dificulta a correlação discente entre as leis probabilísticas e os processos citológicos reais da meiose. Segundo a Base Nacional Comum Curricular **(BNCC)**, é imperativo que o ensino de ciências promova a investigação científica e o protagonismo do estudante, superando a mera memorização de fórmulas e termos como genótipo e fenótipo.

A literatura reporta que a complexidade dos conteúdos e processos genéticos está diretamente atrelada à carência de metodologias de ensino diversificadas. Evidencia-se que os alunos apresentam dificuldades acentuadas em aplicar conhecimentos matemáticos, como estatística e probabilidade, na resolução de problemas genéticos, demonstrando insegurança no momento da interpretação desses dados. Somado a isso, o caráter microscópico das estruturas celulares torna a abordagem didática excessivamente abstracional, o que compromete o processo de aprendizagem quando não há recursos de apoio.

Conforme defendido por **(FREIRE, 1996)**, a prática educativa deve estimular a curiosidade crítica e a autonomia, transformando o aluno em sujeito ativo na construção do seu saber. Entretanto, a realidade das escolas públicas revela uma infraestrutura de laboratórios frequentemente deficitária. Nesse contexto, o uso de modelos didáticos de baixo custo surge como ferramenta mediadora essencial. Diferente das figuras planas dos livros, os modelos tridimensionais permitem que o estudante manipule o material e o visualize de vários ângulos, facilitando a compreensão de processos dinâmicos. Como apontam (**ORLANDO et al., 2009),** esses modelos despertam maior interesse nos estudantes e auxiliam na visualização de processos microscópicos.

Nesse contexto, torna-se necessário que a prática educativa favoreça a construção do conhecimento por meio da participação ativa dos estudantes, estimulando a curiosidade, a reflexão crítica e a autonomia. Como defende **(FREIRE, 1996)**, o ensino não deve ser apenas uma transmissão de conteúdos, mas um processo que respeite e promova a autonomia do ser educando. Assim, o professor deve atuar como um agente motivador, buscando estratégias que tornem o conhecimento científico mais condizente com a realidade e as necessidades dos alunos.

Uma alternativa eficaz para suprir a falta de infraestrutura laboratorial e equipamentos de alto custo — realidade comum em muitas escolas públicas — é a utilização de modelos didáticos de baixo custo **(ORLANDO et al., 2009).** Diferente das figuras planas e estáticas dos livros didáticos, os modelos tridimensionais atuam como ferramentas facilitadoras que permitem ao estudante manipular o material e visualizá-lo de vários ângulos, melhorando a compreensão de processos dinâmicos e despertando maior interesse pelo tema. A ludicidade dessas estratégias alternativas oferece a possibilidade de correlacionar teoria e prática de forma interativa, mitigando o desinteresse e as lacunas de aprendizagem.

Diante desse cenário, a relevância desta pesquisa fundamenta-se na premissa de que a ausência de conexão entre a teoria e a prática é o principal fator de desmotivação no ensino médio. O presente trabalho busca responder ao seguinte problema: como promover a compreensão significativa da genética mendeliana integrando teoria, modelagem e experimentação?. O objetivo geral é desenvolver e analisar uma proposta didático-pedagógica

ISSN: 2358-8829

baseada na Rotação por Estações, conectando o nível simbólico (teoria), o concreto (modelagem com a "Caixa de Ovos de Mendel") e o empírico (microscopia) para consolidar a alfabetização científica e a autonomia no Ensino Médio.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma intervenção pedagógica qualitativa, fundamentada no uso de metodologias ativas. A estratégia central adotada foi a Rotação por Estações, que permite ao estudante percorrer diferentes trilhas de aprendizagem para construir um conhecimento integrado sobre a Genética Mendeliana. O percurso metodológico foi estruturado no fluxo: Teoria → Modelo → Microscopia → Síntese.

Fase 1: Fundamentação Teórica (Nível Simbólico)

Nesta etapa inicial, realizou-se uma aula expositiva-dialogada com o objetivo de construir a base conceitual necessária. Foram abordados conceitos fundamentais como genótipo, fenótipo, dominância, recessividade e as Leis de Mendel, além da lógica dos cruzamentos genéticos. Para reduzir o caráter abstrato do tema, foram empregadas analogias e metáforas, facilitando a aproximação dos conteúdos científicos com a realidade cotidiana dos alunos.

Fase 2: Estações de Atividade Prática (Nível Concreto e Empírico)

Nesta fase, a turma foi dividida para circular por estações de aprendizagem que funcionaram de forma integrada:

- Estação de Modelagem Didática: Utilizou-se o jogo “Caixa de Ovos de Mendel” como uma representação concreta dos processos genéticos. Os estudantes realizaram a simulação da formação de gametas e dos cruzamentos das gerações P, F1 e F2 através da manipulação física de alelos (V/v). Esta etapa teve a função de materializar conceitos que, apenas na teoria, seriam puramente abstratos. A análise dos registros e observações das atividades práticas revelou a eficácia da abordagem multissensorial no ensino de Genética. Na estação de modelagem didática, conforme ilustrado na Figura 1, os discentes utilizaram a "Caixa de Ovos de Mendel" como matriz tridimensional, manipulando elementos de massa de modelar que representavam os alelos (V/v). Essa simulação física (Figura 1) permitiu aos estudantes visualizar a segregação gamética e construir as proporções genotípicas e fenotípicas das gerações P, F_1 e F_2, convertendo cálculos probabilísticos abstratos em registros concretos e táteis.

Complementarmente, na estação de microscopia (Figura 2), os achados demonstraram a postura investigativa dos discentes durante o manuseio do microscópio óptico para a análise de lâminas citológicas preparadas de meiose. A observação direta do alinhamento e da separação dos cromossomos homólogos no campo microscópico (Figura 2) forneceu a evidência biológica necessária para validar a simulação feita no modelo concreto (Figura 1). A partir dessa visualização, os estudantes produziram desenhos científicos representativos, relacionando o comportamento das estruturas celulares reais aos modelos manipuláveis e compreendendo que a segregação mendeliana é consequência direta dos eventos meióticos.

ISSN: 2358-8829

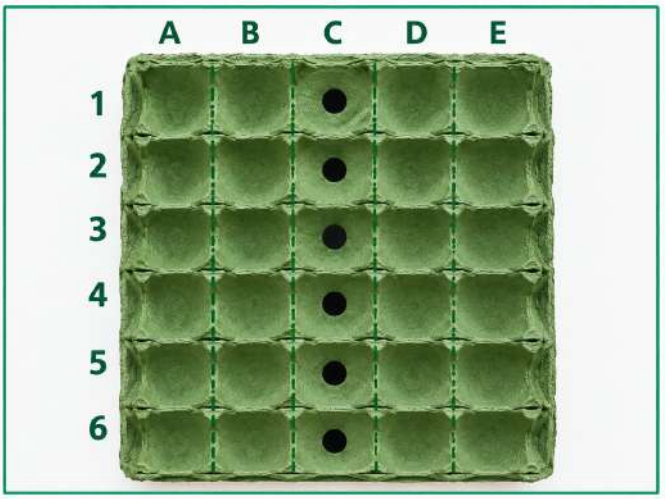

Figura 1 – Organização da caixa de ovos reciclada em linhas e colunas para a construção do modelo didático utilizado no ensino de Genética. Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

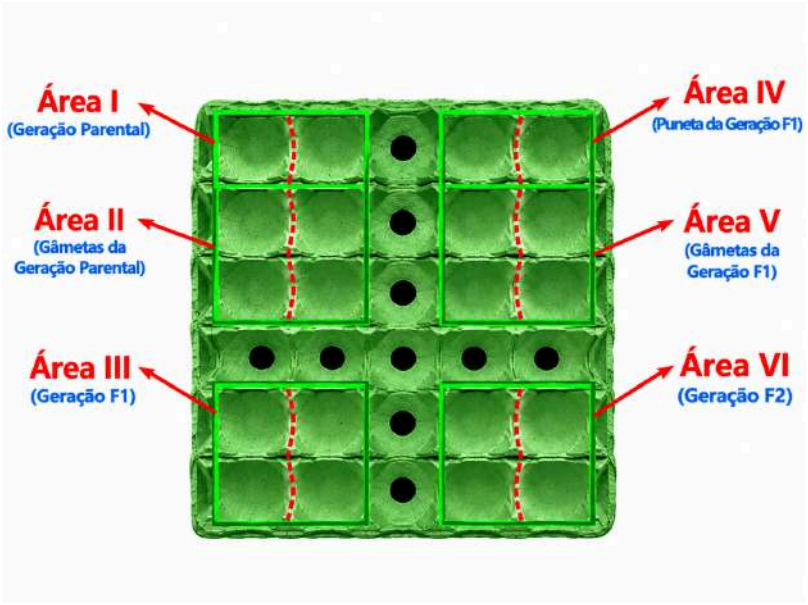

Figura 2 - esquema de identificação das áreas da Caixa de Ovos de Mendel. A figura apresenta a organização das áreas utilizadas na Caixa de Ovos de Mendel para a simulação dos cruzamentos e da segregação dos alelos. As áreas I e III correspondem à geração parental e à geração F1, respectivamente. As áreas II e V representam os gametas da geração parental e da geração F1. A área IV corresponde à Puneta da geração F1, enquanto a área VI representa a geração F2. **Fonte:** Adaptado de Reis et al. (2021).



Figura 3– Registro das atividades práticas e da participação dos estudantes. **(A)** Estudantes reunidos durante a atividade; **(B)** observação de material ao microscópio; **(C)** utilização de caixa de ovos como recurso didático para a realização da atividade e o registro das respostas; **(D)** estudantes reunidos para acompanhar as orientações e demonstrações práticas.

- Estação de Observação Microscópica: De forma simultânea à modelagem, os alunos realizaram a observação de lâminas citológicas (testículo de rato, processos de mitose, meiose e cromossomos). Esta atividade visou validar o modelo didático por meio da evidência biológica, permitindo que o aluno visualizasse as estruturas celulares responsáveis pela hereditariedade. Como registro, os discentes produziram desenhos científicos do que foi observado. A etapa final consistiu na discussão coletiva e na produção de resumos reflexivos por parte dos discentes, visando avaliar a compreensão da relação entre as Leis de Mendel e os processos citológicos observados.

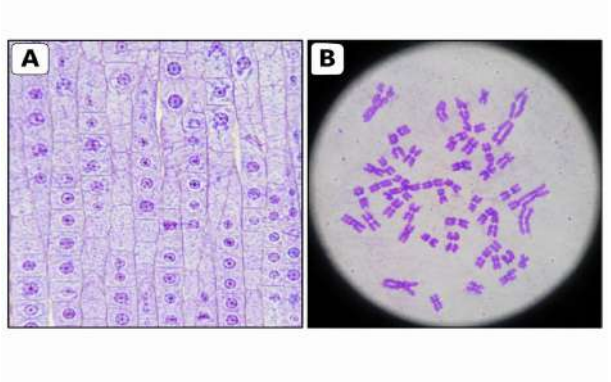

Figura 4 – Observação microscópica de estruturas celulares relacionadas à divisão celular. **(A)** Células vegetais em divisão celular, evidenciando diferentes estágios do processo mitótico; **(B)** cromossomos observados ao microscópio, destacando sua organização e condensação durante a divisão celular. As imagens representam a etapa de observação microscópica da atividade, utilizada para relacionar os processos citológicos observados com a segregação dos cromossomos e os princípios da Primeira Lei de Mendel. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Fase 3: Sistematização e Consolidação (Integração Metodológica)

A etapa final consistiu na discussão coletiva em sala de aula para a retomada dos conteúdos. O foco foi a integração das etapas, articulando o conhecimento simbólico (teoria), o concreto (modelo) e o empírico (microscopia). Para consolidar a aprendizagem e avaliar a compreensão da relação entre as Leis de Mendel e os processos de meiose, cada estudante produziu um resumo reflexivo.

Análise dos Dados

Os dados produzidos durante a intervenção (resumos reflexivos e relatórios) foram analisados por meio da Análise de Conteúdo. Esta técnica é amplamente empregada em pesquisas qualitativas na área da Educação por possibilitar a organização, categorização e interpretação sistemática das informações **(BARDIN, 2016).** Além disso, a escolha deste método justifica-se por estudos recentes que reforçam sua relevância para a produção de conhecimento científico rigoroso em contextos educacionais **(SOUSA; SILVA; GONÇALVES, 2025).**

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Genética Mendeliana: A 1ª Lei de Mendel

A base da hereditariedade repousa sobre a 1ª Lei de Mendel, ou Lei da Segregação dos Fatores, que postula que cada característica é determinada por um par de alelos que se separam durante a formação dos gametas. No entanto, o ensino desse tema costuma ser excessivamente abstrato, limitando-se à memorização de fórmulas e do "Quadrado de Punnett". É fundamental que o ensino de ciências promova a investigação científica e o protagonismo, conforme orienta a Base Nacional Comum Curricular **(BRASIL, 2018)**.

2.2. A Segregação dos Alelos e a Meiose

A validação biológica do modelo mendeliano ocorre por meio da observação dos processos celulares da meiose. Durante a divisão celular meiótica, os cromossomos homólogos se separam, garantindo que cada gameta receba apenas um alelo de cada par. Essa relação direta entre a segregação física dos alelos e os processos biológicos observados na meiose é o que permite compreender não apenas a hereditariedade, mas também a variabilidade genética gerada em cada ciclo reprodutivo

2.3. Conceitos Fundamentais: Genótipo, Fenótipo e Interação Alélica

Para a operacionalização da 1ª Lei, é necessário o domínio de conceitos que compõem o nível simbólico da genética:

- Genótipo e Fenótipo: O genótipo refere-se à constituição genética do indivíduo (os alelos herdados), enquanto o fenótipo é a expressão observável dessa constituição, resultante da interação com o meio.
- Dominância e Recessividade: Estes conceitos explicam a interação entre os alelos, onde o alelo dominante (representado por letras maiúsculas, como 'V') mascara a expressão do alelo recessivo (letras minúsculas, como 'v') em indivíduos heterozigotos.

2.4. Analogias e Metodologias Ativas no Ensino de Ciências

Conforme afirma **Freire (1996, p. 25**), "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção". Dada a natureza microscópica das estruturas celulares e o caráter abstrato da hereditariedade, o uso de analogias e metáforas

funciona como uma "ponte cognitiva" indispensável para aproximar conteúdos complexos do cotidiano discente. Segundo **(Castro, 2022**), essas ferramentas atuam como andaimes que auxiliam o estudante na transição entre o conhecimento prévio e o saber científico sistematizado.

Complementarmente, a utilização de modelos tridimensionais, como a "Caixa de Ovos de Mendel", permite superar as limitações das ilustrações planas e estáticas dos livros didáticos. De acordo com **(Orlando et al. 2009**), o uso de modelos didáticos de baixo custo representa uma alternativa pedagógica eficaz para suprir a carência de infraestrutura laboratorial e equipamentos de alto custo, realidade frequente em escolas da rede pública. Esses recursos facilitam a visualização de processos dinâmicos por meio da manipulação física, o que resulta em um maior engajamento e interesse dos estudantes pelo tema estudado.

2.5. A Teoria da Aprendizagem Significativa no Ensino de Genética

Para que o ensino de genética deixe de ser uma mera transmissão de fórmulas, é necessário buscar a Aprendizagem Significativa. De acordo com (**Dias, Locatelli e Pérez, 2024)**, esse processo ocorre quando o novo conteúdo (a 1ª Lei de Mendel) se ancora em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados de subsunçores.

A utilização de uma sequência didática estruturada, como a apresentada nesta pesquisa através da Rotação por Estações, permite que o estudante estabeleça conexões interdisciplinares entre a biologia e a matemática (probabilidade), transformando o conhecimento abstrato em um saber prático e contextualizado. Assim, ao manipular o modelo concreto e observar as evidências microscópicas, o aluno deixa de simular o aprendizado para, de fato, construir o conhecimento científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da proposta revelou que a integração entre o modelo concreto e a evidência empírica (microscopia) reduziu significativamente a abstração do conteúdo. Os discentes demonstraram maior facilidade em compreender que a segregação dos alelos descrita por Mendel é a manifestação macroscópica do comportamento dos cromossomos durante a meiose.

Observou-se um alto nível de engajamento durante o manuseio da "Caixa de Ovos". A manipulação física dos alelos permitiu que os alunos "visualizassem" a probabilidade genética, algo que no papel costuma ser apenas uma operação matemática mecânica. Na estação de microscopia, a visualização das células em divisão no testículo de rato serviu como o "choque de realidade" necessário para validar o jogo didático. O modelo deixou de ser um "brinquedo" e passou a ser uma representação científica fiel da vida.

Entre os pontos positivos, destacam-se a construção ativa do conhecimento e a alfabetização científica. Contudo, a análise crítica aponta limitações: a necessidade de infraestrutura laboratorial (microscópios e lâminas), o tempo de aula estendido e a constante necessidade de mediação docente para que o aluno não se perca apenas na atividade lúdica, mas atinja a reflexão teórica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta intervenção pedagógica permitiu concluir que a superação do caráter abstrato do ensino de genética mendeliana não depende apenas da transposição de conteúdos, mas da integração estratégica entre diferentes níveis de conhecimento: o simbólico, o concreto e o empírico. O uso da estratégia de Rotação por Estações mostrou-se eficaz ao colocar o

estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem, permitindo que ele percorresse caminhos complementares para a construção de um saber científico sólido e contextualizado.

Os resultados evidenciam que o modelo didático “Caixa de Ovos de Mendel” cumpriu sua função primordial de materializar processos biológicos que, em uma aula puramente teórica, seriam reduzidos à memorização. No entanto, o diferencial desta proposta foi a conjunção da modelagem com a microscopia. A observação direta de estruturas celulares serviu como a evidência biológica necessária para validar o modelo lúdico, transformando o que era uma simulação em um fato científico observável. Essa articulação permitiu que o discente não apenas aprendesse genética, mas compreendesse a ciência como um processo de investigação e validação.

A aplicação da proposta revelou um alto nível de engajamento discente, o que corrobora as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto ao desenvolvimento da alfabetização científica e da autonomia do educando. Observou-se que, ao manipular fisicamente os alelos e visualizar a divisão celular no microscópio, os alunos estabeleceram conexões mais profundas entre as leis de Mendel e os processos citológicos da meiose, superando lacunas históricas do ensino tradicional.

Apesar dos resultados positivos, a pesquisa aponta limitações importantes, como a dependência de infraestrutura laboratorial e a necessidade de um tempo de aplicação mais extenso para que a mediação docente consiga aprofundar as discussões teóricas sem perder o dinamismo das atividades práticas. Tais desafios, contudo, não invalidam a proposta; pelo contrário, abrem espaço para a prospecção de novas pesquisas que busquem adaptar esses modelos para contextos com menos recursos, utilizando, por exemplo, materiais de baixo custo ou tecnologias digitais móveis.

Em suma, este trabalho contribui para a comunidade científica ao apresentar uma metodologia replicável e eficaz para o ensino de temas complexos da biologia. A integração entre teoria, modelagem e microscopia demonstra que a prática pedagógica, quando bem estruturada, é capaz de converter a abstração em experiência concreta, garantindo que o estudante não seja apenas um receptor de informações, mas um sujeito capaz de construir, visualizar e validar o conhecimento científico.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo incentivo constante e por compreender as ausências necessárias durante as etapas de dedicação a esta pesquisa e à minha formação acadêmica.

Ao meu orientador, Professor Renato Correia Lima, pela mediação fundamental, pela paciência e pelas orientações técnicas e pedagógicas que permitiram o amadurecimento desta intervenção didática.

À Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), pelo suporte institucional, pela excelência acadêmica no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e pelos recursos laboratoriais disponibilizados para a realização das atividades de microscopia citadas neste estudo.

Aos estudantes que participaram ativamente das estações de aprendizagem e da modelagem com a "Caixa de Ovos de Mendel", pois o engajamento e o interesse demonstrados foram o motor principal para a validação desta proposta pedagógica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

O fomento financeiro e a oportunidade de vivência prática proporcionada pelo programa foram fundamentais para viabilizar esta pesquisa e qualificar minha formação como futuro docente de Ciências e Biologia.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.

SNUSTAD, D. Peter; SIMMONS, Michael J. **Fundamentos de genética.** 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

CASTRO, Natana dos Santos. A formação contínua na promoção das analogias e metáforas em espaços não-formais. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.

REIS, Herald Souza dos; SOBRINHO, Iderval da Silva Júnior; ROCHA, Carlos Alberto Machado da. A caixa de ovos de Mendel. Genética na Escola, v. 16, n. 1, p. 128–141, 2021.

DIAS, Celina Pereira; LOCATELLI, Aline; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. Sequência didática [recurso eletrônico]: primeira Lei de Mendel para o 9º ano. Passo Fundo: EDIUPF, 2024. (Produtos Educacionais do PPGECM). Disponível em: http://www.upf.br/ppgecm. Acesso em: 05 ago. 2026.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

ORLANDO, Tereza Cristina et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de genética molecular no ensino médio. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 7, n. 1, p. 19-31, 2009.