RECURSO DIDÁTICO 3D PARA O ENSINO DE MUTAÇÕES GENÉTICAS EM CONTEXTOS INCLUSIVOS

Mariana Mendes Ribeiro[1], Marilia Ribeiro Sales Cadena[2]

[1] Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, Brasil (mariana.mendes@ufrpe.br)
[2] Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, Brasil (marilia.sales@ufrpe.br)

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi validar modelo didático 3D sobre mutações genéticas. O modelo foi produzido em impressão 3D (filamento PLA) utilizando miçangas de diferentes formatos, foi avaliado por seis especialistas e utiliza cores e formas para atender pessoas normovisuais, daltônicas e com deficiência visual. Os resultados validam a estrutura, relevância e acessibilidade do material. Conclui-se que o recurso facilita a compreensão de temas abstratos e promove equidade no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Impressão 3D; Acessibilidade; Validação de Conteúdo; Mutações Genéticas; Educação Inclusiva.

INTRODUÇÃO

A Genética é uma área da Biologia que fornece subsídios para compreender processos fundamentais da vida, como a hereditariedade, a variabilidade dos organismos e a evolução, e constitui um dos pilares da Biologia moderna, com aplicações na medicina, na agricultura, na biotecnologia e na conservação da biodiversidade (Griffiths *et al.*, 2008). Considerando a centralidade da Genética na Biologia, sua relevância se reafirma quando Snustad *et al.* (2013) apontam que o DNA, responsável por codificar as informações genéticas dos seres vivos, constitui-se como elemento fundamental na transmissão das características hereditárias entre gerações. Nesse sentido, compreender os mecanismos que regem o material genético ultrapassa a dimensão escolar e se configura como parte essencial da formação científica e cidadã.

No entanto, mesmo sendo um tema essencial, o ensino de Genética nas escolas brasileiras ainda ocorre de forma limitada, muitas vezes restrito à abordagem teórica presente em livros didáticos que podem estar desatualizados (Batista, 2019); resultando em um aprendizado fragmentado, marcado pela memorização de leis e conceitos, sem que os alunos consigam estabelecer conexões com situações reais do cotidiano. Apesar de sua importância, pesquisas indicam que a aprendizagem da Genética é dificultada pelo caráter abstrato do conteúdo, pela linguagem técnica e pela ausência de metodologias ativas. Mascarenhas *et al.* (2017), em estudo com alunos do Ensino Médio, apontam que a falta de recursos práticos compromete o engajamento e a compreensão dos estudantes, cenário reforçado por Sousa *et al.* (2017), que identificaram a predominância de metodologias tradicionais baseadas na exposição oral e na reprodução de conteúdo em livros, o que limita o desenvolvimento do raciocínio crítico e científico.

Diante disso, torna-se necessário repensar as práticas pedagógicas, explorando a Genética de forma integrada entre teoria e prática para que os alunos compreendam não apenas conceitos abstratos, mas também suas implicações na vida e na sociedade (Liebmann *et al.*, 2024). Nesse contexto, a utilização de modelos didáticos tridimensionais tem se consolidado como estratégia promissora, ao transformar conteúdos invisíveis em representações concretas, manipuláveis e acessíveis. Rezende e Gomes (2018), ao empregarem modelos didáticos no ensino de Genética, constataram avanços significativos na assimilação dos conceitos, com maior participação dos alunos e estímulo ao aprendizado coletivo.

O desenvolvimento de modelos didáticos acessíveis representa um passo importante em direção à inclusão, pois a garantia de acessibilidade no contexto educacional não se configura apenas como uma escolha pedagógica, mas como um direito assegurado pela Lei nº 13.146/2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência), a qual garante às pessoas com deficiência igualdade de oportunidades e condições adequadas de aprendizagem. Vieira *et al.* (2024) destacam que materiais pedagógicos adaptados, ao incorporarem recursos táteis e visuais

diferenciados, contribuem tanto para alunos com deficiência visual quanto para estudantes videntes, tornando o ensino mais democrático e equitativo. O modelo didático apresentado neste trabalho, elaborado para representar os principais tipos de mutações genéticas, alia esse caráter inclusivo à inovação tecnológica, utilizando impressão 3D e elementos táteis que permitem a exploração por diferentes perfis de aprendizes, incluindo daltônicos e pessoas com deficiência visual (Cadena, 2020).

Portanto, o presente trabalho busca validar com professores de genética a aplicabilidade desse recurso como estratégia pedagógica no ensino de Genética molecular. O modelo proposto visa favorecer a compreensão de conteúdos abstratos, como o de mutações genéticas, e, ao mesmo tempo, promover a inclusão educacional, tornando as aulas mais significativas, interativas e acessíveis. Dessa forma, a pesquisa contribui não apenas para o avanço das metodologias no ensino de Biologia, mas também para a construção de um ambiente escolar mais justo, em que todos os estudantes tenham condições reais de aprender e se desenvolver[1].

OBJETIVO

Validar com professores especialistas modelo didático tridimensional sobre mutações genéticas, considerando sua relevância pedagógica, clareza conceitual e acessibilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa apresenta abordagem qualitativa e quantitativa, centrada no processo de validação de um produto educacional. O objeto de estudo é um modelo didático tridimensional sobre mutações genéticas, desenvolvido por meio de impressão 3D com filamento PLA, combinando cores e formas que permitem o uso tanto por estudantes videntes quanto por daltônicos e deficientes visuais. O modelo possui depósito de patente de modelo de utilidade junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (BR 202018068534-7 U2). Para confecção do modelo foi utilizado design de miçangas 3D que possui licença Creative Commons - Atribuição - Uso não comercial (Green, 2014), conforme a proposta deste modelo didático.



Figura 1. Modelo didático representativo de mRNA selvagem e dos tipos com mutação. A) Selvagem. B) Com mutação de substituição para códon de parada. C) Com mutação de Deleção. D) Com mutação de substituição sem mudança de aminoácido. E) Com mutação de substituição com mudança de aminoácido. F) Com mutação de inserção.

Chave das bases: ■ Adenina, ■ Uracila, ■ Citosina, ■Guanina

A etapa de validação foi realizada com seis docentes especialistas em genética, selecionados com base em sua experiência de ensino (mínimo de um ano) e atuação acadêmica em Ciências Biológicas. Os especialistas foram convidados a manipular o modelo e realizar uma ficha de atividades para simular sua aplicabilidade em contexto de sala de aula, composta por questões voltadas ao conteúdo de mutações genéticas, apresentadas na Tabela 1. Além disso, responderam a um questionário avaliativo estruturado em escala Likert de cinco pontos, abrangendo as dimensões: objetivos, estrutura e apresentação, relevância e acessibilidade do modelo didático.

Tabela 1. Questões da ficha de atividade sobre o conteúdo de mutações genéticas aplicada aos docentes avaliadores.

Enunciado da Questão	Nº
Com base na seguinte chave de bases: AUG-UUU-CCU-AAU-UGU-CCU-UAA, identifique qual dos artefatos apresentados representa corretamente essa sequência de códons	Questão 1

[1] O presente trabalho fundamenta-se nos resultados obtidos via pesquisa sistematizada desenvolvida para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da primeira autora, institucionalmente vinculado à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e homologado pela respectiva banca examinadora em 2025.

Utilizando a tabela de referência de códons para a formação dos aminoácidos (fornecida no questionário), determine a sequência de aminoácidos correspondente à proteína que tem a sequência de códons da questão anterior.	Questão 2
Analise os demais artefatos fornecidos e identifique neles quais representam mutação com substituição (indique o tipo), inserção ou deleção.	Questão 3

As respostas quantitativas foram analisadas por meio do Índice de Validade de Conteúdo (IVC), conforme metodologia proposta por Souza *et al.* (2017), de modo a mensurar o grau de concordância entre os avaliadores. Já as contribuições qualitativas foram examinadas por meio de análise de conteúdo, possibilitando identificar aspectos positivos e pontos a serem aprimorados no produto.

O processo de validação busca garantir que o modelo didático não apenas apresente consistência conceitual, mas também cumpra sua função pedagógica e inclusiva, constituindo um recurso relevante para o ensino de Genética em diferentes ambientes educacionais.

O modelo didático tridimensional utilizado neste estudo foi desenvolvido para representar diferentes tipos de mutações genéticas. Sua concepção baseia-se na representação de sequências de nucleotídeos do RNA mensageiro (mRNA) transcrito a partir de DNA. As sequências de mRNA apresentadas podem representar cadeia oriunda de sequências DNA com mutação, permitindo identificar mutações silenciosas, de sentido trocado, inserções, deleções, mutações no códon de parada e alterações na matriz de leitura. Para isso, as bases nitrogenadas (adenina, citosina, guanina e uracila) foram confeccionadas em unidades tridimensionais diferenciadas por cores e formas, garantindo acessibilidade a estudantes videntes, daltônicos e com deficiência visual. Essas unidades podem ser encaixadas ou unidas em cordões, possibilitando a montagem de diferentes sequências e a comparação entre cadeias normais e mutadas. Além disso, o recurso pode contemplar a utilização de quadros de referência adaptados, incluindo versão em Braille, assegurando sua aplicabilidade em contextos inclusivos. Dessa forma, o modelo alia precisão conceitual e versatilidade didática, constituindo-se em ferramenta pedagógica inovadora para o ensino de Biologia molecular (Cadena, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do modelo didático tridimensional sobre mutações genéticas foi conduzida com um conjunto de seis avaliadores todos vinculados à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com título de doutor. Todos possuem experiência comprovada em docência e atuação na área de Genética, variando entre 1 e 40 anos de atividade profissional. Esse perfil de avaliadores conferiu ao processo uma análise criteriosa, tanto sob o ponto de vista pedagógico quanto científico, garantindo que a avaliação fosse fundamentada em prática de ensino real e conhecimento técnico sólido.

O modelo didático, apresentado na sessão metodologia, baseia-se na representação tátil e visual das bases nitrogenadas do mRNA e na comparação entre sequências selvagem e mutadas, permitindo a identificação imediata de tipos de mutações genéticas, como silenciosas, inserções, deleções e mutações para códon de parada. Esse caráter materialmente manipulável, conforme defendem Rezende e Gomes (2018), favorece a compreensão de conteúdos moleculares abstratos e fortalece a construção ativa de conhecimento pelos estudantes. Então, seu caráter acessível e inclusivo está alinhado às recomendações de Vieira *et al.* (2024), que enfatizam a importância de recursos pedagógicos multissensoriais no ensino de Biologia para estudantes com diferentes perfis perceptivos.

A análise dos resultados obtidos segue organizada de acordo com as sessões avaliativas que compõem o formulário de validação, articulando os índices de validade de conteúdo (IVC) e os comentários qualitativos dos especialistas. Seguindo Lynn (1986), reconhecida por sistematizar parâmetros de aceitação de itens com IVC $\geq 0{,}80$, adotamos esse critério para considerar os itens aprovados, contudo, neste estudo, a ampla maioria atingiu IVC = 1,00, o que evidencia alto grau de consenso e aprovação entre os avaliadores.

Sobre os objetivos e funcionalidades do modelo didático (Tabela 2) houve concordância unânime entre os avaliadores, com IVC = 1,00 em todos os aspectos que foram analisados. Os especialistas reconheceram que o modelo representa adequadamente as sequências de nucleotídeos do mRNA e permite identificar diferentes códons e comparar sequências mutadas e não mutadas, confirmando que o recurso cumpre sua função de tornar o conteúdo molecular tangível para o estudante.

Tabela 2. Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca dos objetivos e funcionalidades do modelo didático.

Itens	IVC
O modelo didático representa sequências de nucleotídeos de mRNA	1.0
O modelo didático permite identificar os diferentes códons do mRNA quando a tabela de códons é utilizada	1.0
O modelo didático possibilita a comparação entre sequências com e sem mutação no mRNA.	1.0
O modelo didático representa de forma objetiva os diferentes tipos de mutações genéticas	1.0
O modelo didático favorece a identificação do códon de iniciação (AUG) e dos códons de parada	1.0
IVC Total =	1.0

Quanto à estrutura e apresentação do modelo (Tabela 3), os itens avaliados novamente atingem IVC = 1,00, demonstrando que a configuração física e os aspectos visuais do produto foram bem recebidos. Os avaliadores reconheceram a diferenciação das bases nitrogenadas por cores e formatos, bem como a adequação do tamanho e proporção das peças para o manuseio em ambiente escolar.

Tabela 3. Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca da estrutura e apresentação do produto de ensino.

Itens	IVC
O modelo apresenta bases nitrogenadas diferenciadas por cores e formas, facilitando a identificação	1.0
As peças que compõem o modelo permitem a comparação entre fitas representativas de mRNA com e sem mutação	1.0
O tamanho e a proporção das peças do modelo são adequados para o manuseio em sala de aula	1.0
IVC Total =	1.0

Como é argumentado por Santos *et al.* (2019), a interação manual com modelos didáticos favorece o envolvimento ativo do estudante, e esse aspecto foi amplamente validado pelos avaliadores, uma vez que o modelo estimula a exploração tátil, aproxima o aluno da abstração molecular e amplia sua capacidade de visualizar o processo de leitura genética.

Acerca da relevância do produto de ensino (Tabela 4), os itens avaliados na também apresentaram índices altamente positivos, com IVC = 1,00 em quase todos os elementos, exceto no item referente ao "O produto tem caráter inovador em comparação a outros modelos de ensino de genética", que apresentou resultado de IVC = 0,67.

Tabela 4. Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca da relevância do produto de ensino.

Itens	IVC
O modelo é relevante para o ensino de mutações genéticas em sala de aula	1.0
O modelo tem potencial de favorecer maior engajamento dos alunos ao transformar conteúdos abstratos em representações concretas	1.0
O recurso tem potencial de estimular discussões sobre mutações genéticas em sala de aula	1.0
É aplicável em diferentes contextos educacionais, formais e não formais	1.0
O produto tem caráter inovador em comparação a outros modelos de ensino de genética	0.67
IVC Total =	0.93

Essa divergência não demonstra uma falha do modelo, mas sim uma compreensão distinta do conceito de inovação pedagógica. Como argumentam Guimarães e Cadena (2024) e Silva *et al.* (2024), a função de um recurso didático não depende apenas da novidade material, mas de como ele se articula a uma intencionalidade pedagógica e à prática docente. Do ponto de vista da propriedade intelectual, a inovação envolve apresentar uma solução com características funcionais inéditas ou aprimoradas, o que reforça o

caráter diferenciador do modelo ao integrar acessibilidade, usabilidade e representação molecular em um único recurso.

Segundo Gonçalves (2024), a inovação em materiais didáticos não se limita à forma ou à técnica, ela se concretiza quando o recurso melhora a aprendizagem e amplia o acesso ao conhecimento. Nesse sentido, propostas que tornam o conteúdo mais inclusivo também configuram inovação pedagógica, pois transformam a experiência de estudantes com diferentes necessidades. A observação também reforça que o impacto pedagógico do material depende da forma como será integrado ao processo de ensino e de acordo com a perspectiva de Elias e Rico (2020), a mediação docente é determinante na mobilização de questionamentos, na articulação entre teoria e prática e na promoção de participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

No que diz respeito à inclusão e acessibilidade do recurso pedagógico (Tabela 5), os resultados demonstram unanimidade quanto à capacidade inclusiva, com IVC = 1,00 em todos os itens avaliados. Os especialistas concordam que as cores utilizadas são adequadas para percepção por pessoas daltônicas e que os diferentes formatos das unidades contribuem para a identificação das bases nitrogenadas por estudantes com deficiência visual.

Tabela 5. Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca da inclusão e acessibilidade do material didático.

Itens	IVC
O recurso pode ser utilizado tanto por alunos normovisuais quanto por estudantes com daltonismo e deficiência visual	1.0
As cores utilizadas nas peças do modelo podem ser percebidas por pessoas com daltonismo	1.0
O uso de diferentes formas de miçangas é útil para diferenciar diferentes bases nitrogenadas no contexto do modelo didático para alunos normovisuais e com deficiência visual	1.0
IVC Total =	1.0

Para além disso, reconheceram que o recurso pode beneficiar não apenas pessoas com deficiência visual, mas também estudantes neurodivergentes, como aqueles com autismo e TDAH, que frequentemente respondem melhor a estímulos táteis e cinestésicos. Nessa perspectiva, os especialistas ratificaram que tal versatilidade favorece outras Pessoas com Deficiência (PcD), ampliando a acessibilidade e o impacto pedagógico do material. O modelo pode ser adaptado para pessoas com deficiência auditiva, que se beneficiam do suporte visual e tátil para compreender conceitos abstratos, e para estudantes com dificuldades de leitura e escrita, que encontram no recurso uma forma atrativa de representar sequências genéticas. Além disso, contempla pessoas com deficiência intelectual, que podem acessar conteúdos de complexidade gradual, facilitando a compreensão dos fundamentos da estrutura do RNAm, comum a todos os seres vivos.

Essa visão ampliada do público-alvo do modelo reforça seu potencial democrático e equitativo, conforme descrito por Vieira *et al.* (2024), que defendem que recursos multissensoriais agregam valor para todos os estudantes, não apenas para os que possuem deficiência.

As contribuições qualitativas coletadas durante a validação resultaram em recomendações operacionais e melhorias de usabilidade, como ajustes no espaçamento entre peças, aumento do comprimento do cordão e possibilidade de separar as bases para facilitar a contagem tátil. Tais sugestões não comprometem a concepção científica ou a configuração atual do protótipo, mas contribuem para o aperfeiçoamento em contextos específicos, incluindo alunos com deficiência visual total, perfis neurodivergentes e situações de uso em sala de aula com diferentes demandas cognitivas.

De modo geral, o modelo se consolida como ferramenta pedagógica que transcende barreiras perceptivas, tornando-se instrumento potente para diversificação metodológica no ensino de Genética.

CONCLUSÃO

O modelo didático tridimensional para representação de mutações genéticas, objeto da presente pesquisa, demonstrou ser um recurso pedagógico relevante, acessível e funcional para o ensino de mutações em genética molecular, integrando elementos visuais e táteis que facilitam a compreensão de conceitos abstratos. A avaliação por seis docentes especialistas revelou alto grau de concordância quanto aos objetivos, à estrutura e apresentação, à relevância e à inclusão do recurso, com índices de validade de conteúdo (IVC) majoritariamente elevados, atingindo IVC = 1,00. Os juízes reconheceram que o modelo representa adequadamente sequências de nucleotídeos de mRNA, permite a identificação de códons e favorece a comparação entre cadeias selvagens e mutantes, cumprindo sua proposta didática central.

Considerando o conjunto de evidências quantitativas e qualitativas, conclui-se que o modelo apresenta solidez conceitual, acessibilidade ampliada e potencial formativo significativo para o ensino de Genética, ao apoiar a aprendizagem e favorecer a aproximação entre conteúdos abstratos e a experiência concreta dos estudantes, ampliando o acesso ao conhecimento científico em contextos educacionais diversos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores avaliadores, pelas contribuições generosas que ampliaram a profundidade deste trabalho. A primeira autora também agradece: à sua família e aos seus pais, que fizeram da educação um princípio inegociável e lutaram para ampliar seus horizontes. À sua irmã pela conexão, cumplicidade e presença indispensável em toda trajetória. Ao seu companheiro, pelo incentivo e pela sólida parceria de uma década, celebrando cada conquista. Aos amigos, pelo apoio constante. Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, acreditaram e contribuíram para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, R. S. Dificuldades e metodologias no BATISTA, R. S. **Dificuldades e metodologias no ensino-aprendizagem da genética: revisão bibliográfica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/77469/ROSIMERI%20SABIM%20BATISTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29 maio 2026.

CADENA, M. R. S.; CADENA, P. G. **Modelo didático para representação dos tipos de mutações genéticas destinado a estudantes videntes, daltônicos e pessoas com deficiência visual**. BR 202018068534-7 U2. INPI, 2020.

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, v. 17, n. 2, p. 392-406, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342574193_Ensino_de_biologia_a_partir_da_metodologia_de_estudo_de_caso. Acesso em: 29 maio 2026.

GONÇALVES, D. O. **Ensino de genética através do estudo do código genético e alterações na sequência genética: uma abordagem investigativa**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://profbio.biologia.ufrj.br/defesas/ensino-de-genetica-atraves-do-estudo-do-codigo-genetico-e-alteracoes-na-sequencia-genetica-uma-abordagem-investigativa/. Acesso em: 29 maio 2026.

GREEN, H. **Platonic solid/Polyhedral dice bracelet beads**. Thingiverse, 2014. Disponível em: https://www.thingiverse.com/thing:233562/files. Acesso em: 29 maio 2026.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al.* **Introduction to Genetic Analysis**. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

GUIMARÃES, E. S.; CADENA, M. R. S. Elaboração e validação de um caso ficcional sobre a influência do estilo de vida na acne. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 10, p. e14802, 2024. Disponível em: https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/14802. Acesso em: 29 maio 2026.

LIEBMANN, S. P. *et al.* Apresentação de atividades práticas que contribuem para o ensino de genética no ensino médio. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 10, p. 20739-20755, 2024. Disponível em: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/2132. Acesso em: 29 maio 2026.

LYNN, M. R. Determination and quantification of content validity. **Nursing Research**, v. 35, n. 6, p. 382-385, 1986.

MASCARENHAS, M. J. O. *et al.* Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v. 21, n. 2, p. 87-104, 2017. Disponível em: https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/1216. Acesso em: 29 maio 2026.

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S. Uso de modelos didáticos no ensino de genética: estratégias metodológicas para o aprendizado. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 115-130, 2018. Disponível em: https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/4447. Acesso em: 29 maio 2026.

SANTOS, R. O. *et al.* Modelo didático como recurso para o ensino de ciências: sua influência como ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 709-724, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.51359/2595-7597.2018.239741. Acesso em: 29 maio 2026.

SILVA, E. V. L. da *et al.* Modelo didático de zigoto e período de clivagem de peixe-zebra (Danio rerio) que atende estudantes normovisuais e com deficiência visual. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 6, p. e15472, 2024. Disponível em: https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/15472. Acesso em: 29 maio 2026.

SNUSTAD, D. P. *et al.* **Fundamentos de genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013

SOUSA, E. S. *et al.* A genética em sala de aula: uma análise das percepções e metodologias empregadas por professores das escolas públicas estaduais de Jaguaribe, Ceará. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 49-59, 2017. Disponível em: https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1106. Acesso em: 29 maio 2026.

SOUZA, A. C. *et al.* Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: validade e confiabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 3, p. 649-659, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ress/a/v5hs6c54VrhmjvN7yGcYb7b/abstract/?lang=pt. Acesso em: 29 maio 2026.

VIEIRA, K. F. S. *et al.* Modelos pedagógicos em 3D inclusivos no ensino de Biologia Celular destinados a alunos videntes e com deficiência visual. In: **Seminário Educação (SEMIEDU)**, Cuiabá, 2024. Anais... Cuiabá: UFMT, 2024. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/semiedu/article/view/32805. Acesso em: 29 maio 2026.