

Vacinas de RNA e ensino investigativo: uma sequência didática para o ensino de Biotecnologia na Educação Básica

Maura Keta Fernandes¹, Michele Munk²

¹ Professora da Educação Básica na Rede Estadual de Minas Gerais, Mestre em Ensino de Biologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, licenciada em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, UFRJ

² Doutora em Saúde. Professora Associada do Departamento de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora

Autor para correspondência – maura.keta@educacao.mg.gov.br

Palavras-chave: biotecnologia, vacinas de RNA, ensino investigativo, genética, letramento científico, ensino médio

As vacinas de RNA mensageiro (RNAm) representam um tema relevante para o ensino de Biotecnologia. Este trabalho relata a aplicação de uma sequência didática investigativa com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais. A sequência teve início com a análise crítica de uma notícia falsa sobre a modificação do DNA pelas vacinas de RNAm e articulou pesquisa orientada em fontes confiáveis, discussão coletiva e uma simulação prática sobre transmissão de doenças e imunidade coletiva. A comparação entre as concepções iniciais e os textos reflexivos produzidos pelos estudantes ao final da sequência sugeriu avanços na compreensão dos conceitos trabalhados, o que indica o potencial do ensino por investigação para abordar temas complexos na Educação Básica.

Caracterização da sequência didática

Público-alvo

Estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A proposta pode ser aplicada em turmas do Ensino Médio regular ou de Tempo Integral e adaptada a diferentes contextos escolares, preferencialmente com grupos de 10 a 30 estudantes.

Número de aulas

6 aulas de 50 minutos, distribuídas da seguinte forma:

- ♦ Aula 1: Análise da notícia falsa e levantamento de hipóteses;
- ♦ Aulas 2: Pesquisa orientada em fontes confiáveis;
- ♦ Aula 3: Compartilhamento dos resultados da investigação e discussão das hipóteses;
- ♦ Aula 4: Simulação prática sobre transmissão e vacinação;
- ♦ Aula 5: Roda de conversa, leitura de reportagem científica e exibição de vídeo;
- ♦ Aula 6: Produção textual reflexiva.

Objetivos de aprendizagem

- ♦ Compreender o que é RNAm e sua função no funcionamento celular;
- ♦ Entender o funcionamento das vacinas de RNAm;
- ♦ Desenvolver habilidades de análise crítica de informações científicas;
- ♦ Estimular o pensamento investigativo, a formulação de hipóteses e a construção de explicações científicas fundamentadas;
- ♦ Promover o letramento científico e midiático.

Materiais necessários

- ♦ Texto contendo uma notícia falsa sobre vacinas;
- ♦ Acesso à internet para pesquisa;
- ♦ Copos descartáveis transparentes;
- ♦ Água, vinagre, solução de fenolftaleína e solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1%;
- ♦ Pipetas ou conta-gotas para simular as interações e o processo de testagem;
- ♦ Tabela de registro para anotação dos resultados por rodada.

Biotecnologia na escola

A biotecnologia está presente no cotidiano, em vacinas, medicamentos, alimentos, exames e processos industriais. No entanto, na Educação Básica, temas como DNA, RNA, engenharia genética e vacinas de nova geração ainda são frequentemente percebidos pelos estudantes como abstratos e difíceis de compreender. Esse cenário é agravado pela circulação de informações falsas, que favorecem a disseminação de concepções equivocadas sobre ciência e reforçam a importância do letramento científico na escola.

Diante desse contexto, a escola tem papel central na formação de estudantes capazes de analisar criticamente informações científicas e tomar decisões fundamentadas sobre questões de saúde e do cotidiano. Abordar a biotecnologia de forma investigativa aproxima esses temas da realidade dos alunos e favorece uma aprendizagem significativa.

As vacinas de RNA mensageiro (RNAm) foram adotadas como eixo temático desta proposta por permitirem discutir conteúdos de Genética e Biotecnologia a partir de uma situação presente no cotidiano dos estudantes e frequentemente associada à circulação de desinformação científica.

Diferentemente das vacinas tradicionais, as vacinas de RNAm fornecem às células instruções temporárias para produzir uma proteína capaz de desencadear a resposta imunológica. Como o RNAm atua apenas no citoplasma, não entra no núcleo celular, não interage com o DNA e é rapidamente degradado após cumprir sua função, seu funcionamento constitui uma oportunidade para discutir princípios da genética molecular e analisar criticamente interpretações equivocadas sobre essa tecnologia. A partir dessa problemática, foi estruturada a sequência didática descrita a seguir.

Estudantes como protagonistas

A proposta foi organizada segundo os princípios do ensino por investigação, abordagem que incentiva os estudantes a formular perguntas, levantar hipóteses, buscar informações, analisar evidências e construir explicações para problemas relacionados ao seu cotidiano. A atividade teve início com a leitura e a discussão de uma notícia falsa sobre vacinas de RNAm, utilizada para mobilizar as concepções prévias dos estudantes e transformá-las em objeto de investigação. Ao longo da sequência, essas concepções foram confrontadas com informações de fontes confiáveis e discutidas coletivamente, o que favoreceu a elaboração de explicações fundamentadas e aproximou os estudantes da forma como o conhecimento científico é produzido, analisado e validado.

Uma sequência didática investigativa sobre vacinas de RNA

A sequência didática foi desenvolvida com 15 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais, na modalidade de Ensino Médio em Tempo Integral. A turma reunia estudantes residentes tanto na zona urbana quanto na rural.

Organizada em seis aulas de 50 minutos, a proposta começou com a análise de uma notícia falsa de circulação real, utilizada como situação-problema para mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes. O trecho analisado foi retirado do texto “Bill Gates vai inserir RNAm na fórmula da Coca-Cola para modificar DNA das pessoas”, publicado em 29 de abril de 2023, no portal Boatos.org

(disponível em: <https://www.boatos.org/mundo/bill-gates-vai-inserir-rna-mensageiro-coca-cola-para-modificar-dna-pessoas.html>), de autoria de Edgard Matsuki. O texto de Matsuki é uma checagem de fatos, evidenciando que se trata de *fake news*. Para os fins da sequência didática, somente os trechos com os textos que veiculavam a desinformação foram apresentados aos estudantes.

A notícia afirmava que Bill Gates teria adquirido parte da empresa para incluir RNAm na fórmula da bebida, com o objetivo de modificar o DNA das pessoas. Tal texto foi escolhido devido à presença de características típicas da desinformação científica, como linguagem alarmista e conspiracionista, au-

sência de referências científicas verificáveis, uso de termos técnicos, como "RNAm" e "modificação do DNA", empregados fora de contexto, e utilização de testemunhos anônimos como estratégia de persuasão.

A leitura despertou curiosidade, estranhamento e dúvidas, levando os estudantes a formular perguntas sobre o funcionamento das vacinas e os possíveis efeitos do RNA no organismo humano (Figura 1). Em seguida, os alunos foram convidados a elaborar hipóteses explicativas, mesmo que iniciais ou especulativas. Essa etapa permitiu mobilizar conhecimentos prévios, estimular a formulação de perguntas e criar condições para o desenvolvimento da investigação nas atividades subsequentes.

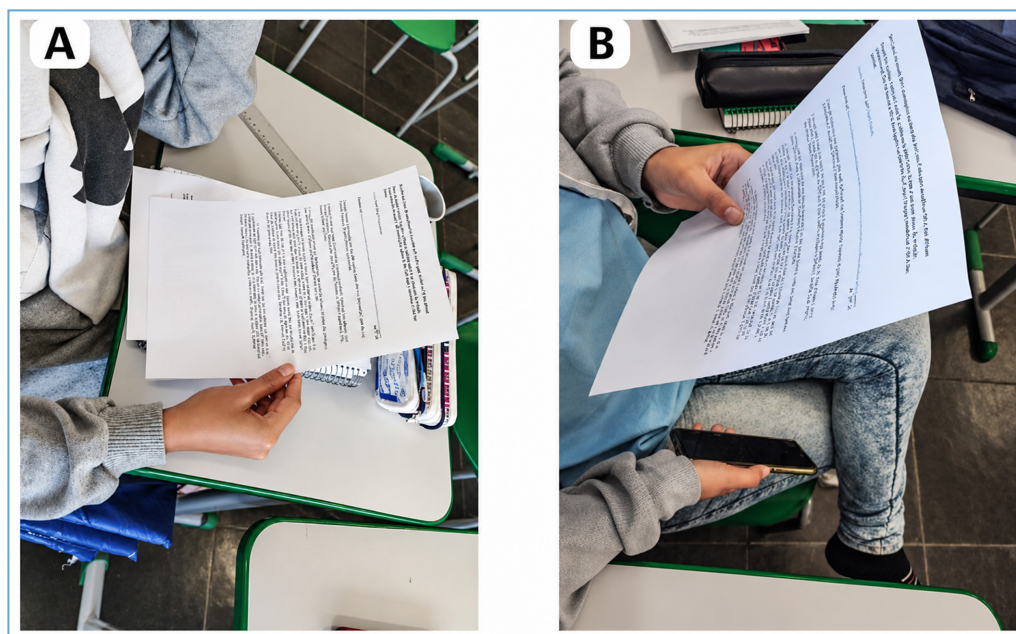


Figura 1.

Momento de leitura do trecho da reportagem pelos estudantes. Alunos lendo o texto em A e B.

Essas perguntas orientaram as etapas seguintes da investigação. Os estudantes foram incentivados a buscar informações em fontes confiáveis, comparar diferentes evidências e reavaliar suas hipóteses iniciais. Algumas das perguntas e hipóteses elaboradas pela turma estão apresentadas no Quadro 1, que sintetiza as concepções iniciais dos estudantes e os principais desafios conceituais que orientaram a investigação. A primeira questão levantada pelos estudantes, sobre o objetivo de modi-

ficar o DNA, foi acompanhada de hipóteses bastante diversas. A afirmação de que essa modificação serviria para "controlar a população e a reprodução" revela a incorporação de narrativas conspiratórias amplamente difundidas nas redes sociais, reinterpretadas à luz de conhecimentos ainda parciais sobre Genética. Em vez de indicar desconhecimento, essa resposta sugere uma tentativa de articular informações de diferentes origens para explicar um fenômeno biológico.

Outras hipóteses, como "juntar DNA de seres vivos diferentes para criar uma espécie" ou "criar imunidade contra novas doenças", também evidenciam uma compreensão ainda pouco consolidada sobre os objetivos e as aplicações da Biotecnologia.

A segunda e a quarta perguntas produziram hipóteses semelhantes, de que "o RNA de outros seres vivos é capaz de causar mutação e imunização". Essas respostas sugerem uma associação entre o mecanismo de ação das vacinas de RNAm e processos de mutação genética, além de indicarem uma compreensão ainda pouco consolidada sobre a origem e a função do RNAm utilizado nessas vacinas.

A terceira pergunta, sobre o que é o RNA, produziu uma resposta particularmente interessante do ponto de vista pedagógico. Ao defini-lo como "o material genético que envia uma mensagem ao nosso sistema imune para matar os organismos invasores", o estudante demonstra reconhecer a função do RNAm como molécula mensageira, mas associa essa função diretamente à resposta imunológica e

lhe atribui um papel ativo na eliminação dos agentes infecciosos.

A quinta pergunta, relacionada aos possíveis riscos da modificação do DNA, originou respostas como "pode fugir do controle e gerar resultados inesperados" e "pode mudar o sistema imune". Essas hipóteses sugerem uma percepção de risco associada à biotecnologia, provavelmente influenciada por informações que circulam fora do ambiente escolar. Embora essas interpretações não correspondam ao funcionamento das vacinas de RNAm, elas abriram espaço para discutir temas como biossegurança, regulação científica e avaliação crítica de informações sobre novas tecnologias.

As concepções identificadas nessa etapa orientaram o planejamento das atividades investigativas desenvolvidas na segunda aula e foram retomadas na produção textual realizada ao final da sequência didática, permitindo comparar as ideias iniciais dos estudantes com as explicações elaboradas após o percurso investigativo (Quadro 2).

Perguntas feitas	Hipóteses levantadas
1. Qual é o objetivo de modificar o DNA?	- Para controlar a população e a reprodução. - Para descobrir novas espécies. Poder juntar DNA de seres vivos diferentes e criar uma espécie. - Para criar imunidade contra novas doenças e trazer curas de doenças sanguíneas.
2. Como é possível o RNAm modificar o DNA?	O RNA de outros seres vivos é capaz de causar mutação e imunização.
3. O que é RNA?	É o material genético que manda uma mensagem ao nosso sistema imune para matar os organismos invasores.
4. O que as vacinas de RNA fazem?	O RNA de outros seres vivos é capaz de causar mutação e imunização.
5. Por que seria perigoso a tentativa de modificar o DNA?	- Pode fugir do controle e gerar resultados inesperados. - Pode mudar o sistema imune.

Quadro 1.

Algumas das perguntas e hipóteses formuladas pelos alunos.

O papel da pesquisa orientada

A investigação foi conduzida com o apoio de recursos digitais. Antes da atividade, a docente elaborou uma lista de *links* selecionados com base em critérios de credibilidade institucional, incluindo páginas da Organização Mundial da Saúde, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), do Ministério da Saúde e da Sociedade Brasileira de Imunologia. A lista foi distribuída aos estudantes no início da aula, que também puderam consultar outras fontes, desde que justificassem sua escolha com base nos critérios previamente discutidos.

Para analisar a confiabilidade das informações encontradas, os estudantes utilizaram um roteiro composto por três questões orientadoras: (i) Quem é o responsável pela publicação? (ii) O texto apresenta evidências científicas verificáveis? (iii) A linguagem é predominantemente informativa ou recorre a apelos emocionais e ao medo? Esses critérios foram debatidos coletivamente antes do início da pesquisa e retomados ao final da atividade, quando os alunos compartilharam suas avaliações sobre as fontes consultadas.

Ao comparar diferentes fontes de informação, os estudantes puderam discutir critérios de credibilidade e reconhecer que nem todo conteúdo disponível na internet apresenta o mesmo grau de confiabilidade científica (Figura 2).

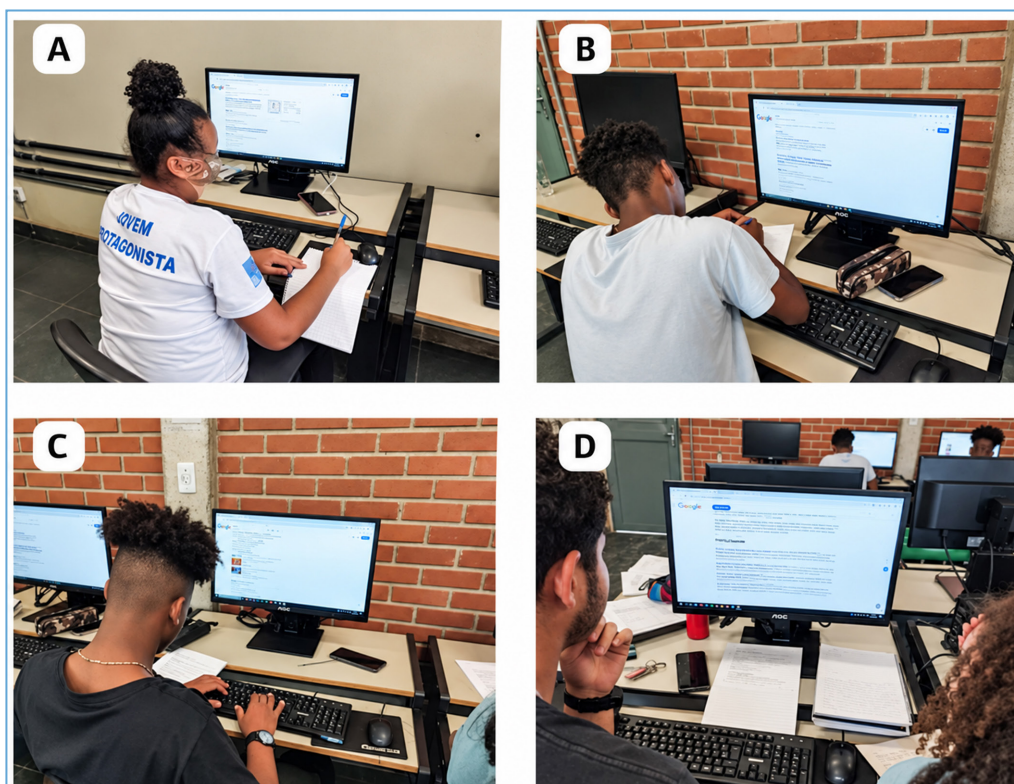


Figura 2. Momento da investigação dos alunos em páginas confiáveis da internet.

Simulação sobre vacinação

Para tornar mais concretos os conceitos discutidos ao longo do percurso investigativo, realizou-se uma simulação da propagação de uma doença em uma população hipotética.

A dinâmica permitiu aos estudantes observar aspectos da transmissão de agentes infecciosos e discutir os efeitos da vacinação individual e coletiva.

A atividade foi adaptada de Patto et al. (2019) e utilizou materiais simples e de fácil acesso: copos descartáveis de café, vinagre de álcool, solução de NaOH a 1% (preparada

dissolvendo 1 g do composto em 200 mL de água), solução de fenolftaleína a 10 % (preparada dissolvendo 10 g do composto em 100 mL de água) e pipetas plásticas.

Cada estudante recebeu um copo descartável transparente, representando um indivíduo da população simulada. Os próprios alunos prepararam o material, adicionando aproximadamente 10 mL de água potável em cerca de dois terços dos copos, que representavam indivíduos não vacinados, e 10 mL de vinagre de álcool no terço restante, correspondente aos indivíduos vacinados.

Para simular a exposição ao agente infeccioso, foram adicionadas quatro gotas de solução de NaOH a 1% a todos os copos com auxílio de pipetas, simulando a exposição coletiva da população a um agente infeccioso hipotético. Toda a manipulação da solução foi realizada com luvas e sob supervisão direta da professora.

Os copos foram distribuídos aleatoriamente, sem identificação prévia dos grupos. Os estudantes sabiam apenas que parte da população havia sido "vacinada", mas desconheciam quais indivíduos pertenciam a cada grupo. Esse procedimento evitou que as interações fossem influenciadas pelo conhecimento prévio da condição de cada participante e direcionou a interpretação dos resultados para a etapa de testagem.

Na etapa de testagem, cada estudante adicionou aproximadamente quatro gotas de solução de fenolftaleína a 10% ao conteúdo do copo. A mudança de coloração, de incolor a rosa-carmesim, indicou a permanência do NaOH na solução e foi interpretada, na dinâmica, como um indicativo de "infecção". Já os copos contendo vinagre permaneceram incolores devido à neutralização parcial da base, o que representa indivíduos vacinados (Figura 3).

Em razão do tempo disponível, a simulação foi realizada em uma única rodada, mantendo a configuração inicial da população. Ainda

assim, durante a discussão, os próprios estudantes sugeriram novas rodadas e modificações na proporção de indivíduos vacinados e não vacinados, levantando hipóteses sobre possíveis mudanças nos resultados obtidos.

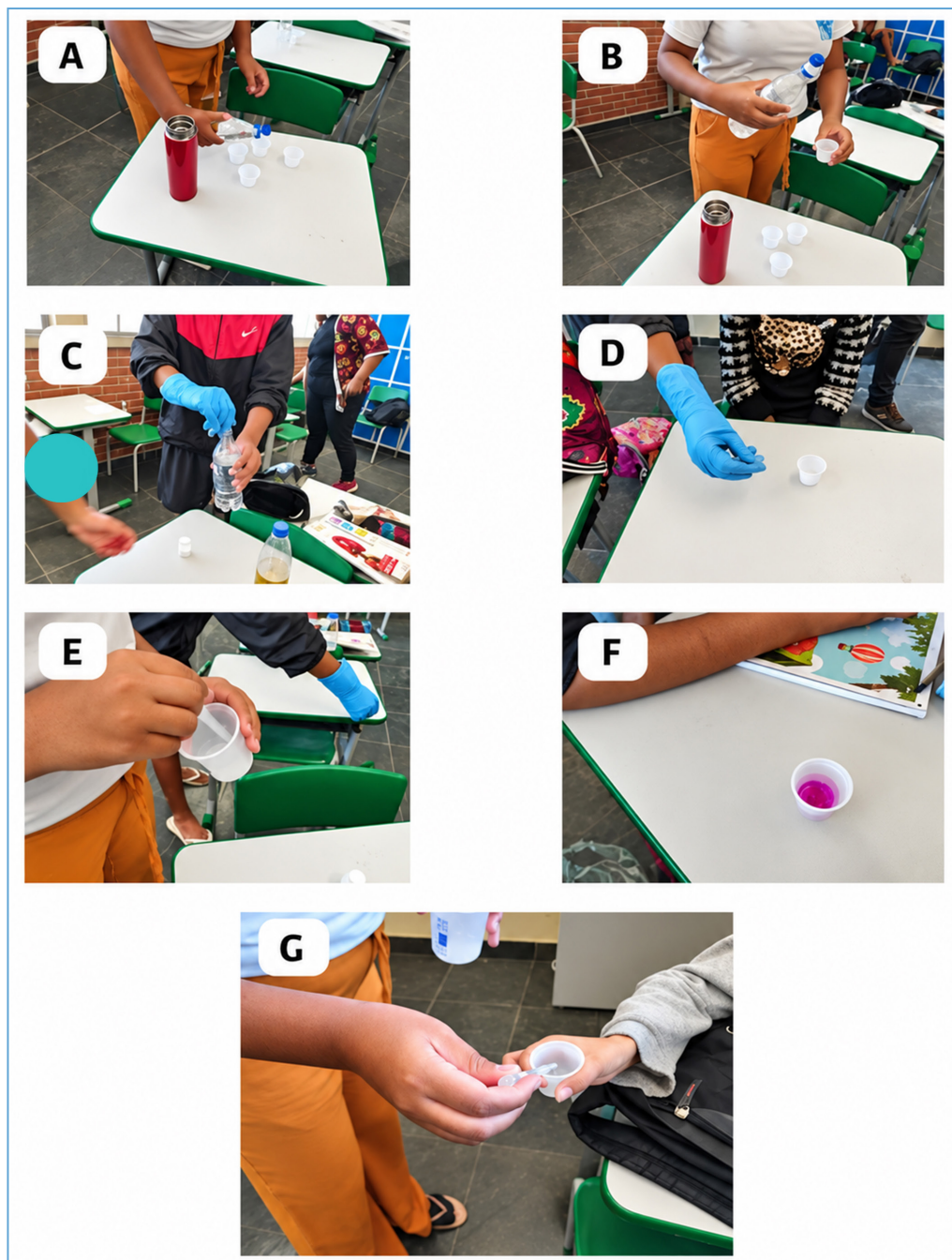
Para explorar essa possibilidade, realizou-se uma segunda simulação, na qual adicionou-se vinagre aos copos que inicialmente representavam indivíduos não vacinados. A comparação entre os dois cenários permitiu discutir o efeito do aumento da cobertura vacinal na contenção da epidemia simulada, ampliando as possibilidades de interpretação da atividade.

Nota de segurança

A solução de NaOH a 1% deve ser preparada exclusivamente pela docente antes da atividade. Durante a aplicação, os estudantes podem manipular apenas a solução previamente diluída, utilizando luvas de neoprene e sob supervisão da professora. Deve-se evitar o contato da solução com olhos e mucosas. Em caso de contato com a pele, recomenda-se lavar imediatamente a região com água corrente por, pelo menos, cinco minutos. O uso de avental durante o preparo da solução também é recomendado.

Limites do modelo

Como toda simulação didática, esta atividade representa uma simplificação de fenômenos biológicos complexos. No modelo proposto, a proteção conferida pelo vinagre é absoluta, diferentemente do que ocorre com as vacinas, que reduzem, mas não eliminam, o risco de infecção e transmissão. Além disso, a dinâmica não incorpora fatores que influenciam a disseminação de doenças na população, como diferenças na resposta imunológica dos indivíduos, variações na carga viral ou padrões distintos de contato social. Essas limitações devem ser discutidas com os estudantes ao final da atividade, reforçando que a simulação tem finalidade exclusivamente didática e busca representar apenas alguns aspectos do fenômeno biológico.

**Figura 3.**

Aluna enchendo os copos com água (A), adicionando vinagre a alguns dos copos (B), estudante retirando a solução de soda cáustica (NaOH) (C), aplicando gotas da solução nos copos de todos os alunos e professores (D), aluna preparando a solução de fenolftaleína (E), simulação da testagem na população (F) e (G).

A mudança de coloração observada ao final da atividade permitiu visualizar a disseminação do agente infeccioso na população simulada e discutir o efeito protetor da vacinação. Durante a dinâmica, os estudantes acompanharam a evolução dos casos, registraram suas observações e compararam os resultados obtidos entre os diferentes grupos, levantando hipóteses para explicar os padrões observados.

Ao término da simulação, realizou-se uma discussão orientada sobre os resultados ob-

tidos. Questões relacionadas à imunidade de grupo, à proteção coletiva e à responsabilidade social passaram a integrar o debate, à medida que os estudantes relacionavam a dinâmica realizada em sala de aula a situações vivenciadas durante campanhas de vacinação e surtos epidêmicos. As discussões sugerem que a atividade favoreceu a reflexão sobre a vacinação não apenas como uma medida de proteção individual, mas também como uma estratégia de saúde coletiva.

Construção de argumentos

Após as atividades investigativas e práticas, os estudantes participaram de rodas de conversa (quinta aula) e analisaram materiais de divulgação científica sobre vacinas de RNA, previamente selecionados para aprofundar e ampliar os conceitos trabalhados na sequência didática. A discussão buscou promover a reflexão sobre os benefícios, os desafios e os limites das vacinas de RNAm, incentivando o uso de evidências científicas na construção dos argumentos.

Ao longo do debate, observou-se uma mudança na forma como parte dos estudantes organizava suas explicações. No início da sequência, predominavam argumentos baseados em relatos de terceiros ou em informações obtidas nas redes sociais. À medida que a discussão avançava, passaram a aparecer, com maior frequência, justificativas fundamentadas nas informações obtidas durante a investigação e nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

Em um dos diálogos, a professora indagou se uma molécula de RNAm poderia modificar o DNA da célula. Um estudante respondeu que "não era possível mudar o DNA, molde, a partir do RNA (coisa moldada)". Em outra discussão, um aluno relacionou a circulação de informações falsas ao receio em relação às novas tecnologias, afirmando que esse medo

"limita a busca por novas tecnologias que podem ser o que a humanidade precisa para resolver certos problemas que afetam países e povos" e que é "difundido por *fake news* que devem ser combatidas".

Os episódios descritos sugerem um processo de revisão de parte das concepções inicialmente manifestadas pelos estudantes e indicam que a proposta criou oportunidades para a elaboração de argumentos mais consistentes, apoiados em evidências científicas e nas discussões desenvolvidas durante a investigação.

A escrita como evidência de aprendizagem

Ao final da sequência didática, os estudantes produziram textos reflexivos sobre o uso da biotecnologia na produção de vacinas de RNA. Essa produção escrita teve dupla finalidade: consolidar as discussões desenvolvidas nas atividades e fornecer elementos para analisar como as concepções iniciais foram retomadas e reelaboradas pelos estudantes.

Para acompanhar esse processo, os textos foram comparados às hipóteses registradas no Quadro 1, a fim de identificar indícios de revisão das ideias inicialmente apresentadas. O Quadro 2 apresenta alguns exemplos dessa comparação.

Quadro 2.

Comparação entre concepções iniciais e trechos representativos dos textos reflexivos produzidos pelos alunos ao final da sequência didática.

Concepção inicial (Quadro 1)	Trecho representativo do texto final do aluno
A vacina de RNA modifica o DNA para controlar a população.	"Essa ideia é impossível, pois o RNA é sintetizado a partir de uma parte do DNA, o gene, sendo impossível o mesmo, RNAm, alterar o seu 'molde'".
O RNA é o material genético que manda mensagem ao sistema imune para matar os invasores.	"[As vacinas de RNAm] são basicamente um incentivador da produção de anticorpos contra o vírus". O aluno reconheceu que a vacina não age diretamente como agente eliminador, mas estimula o sistema imune.
O RNA de outros seres vivos causa mutação e imunização.	"[O RNA é] sintetizado a partir de uma parte do DNA [...] sendo impossível o mesmo, RNAm, alterar o seu 'molde'". O trecho sugere que o estudante revisou sua concepção inicial sobre a relação entre RNAm e DNA.
A modificação do DNA pode fugir do controle e mudar o sistema imune.	"Com esse uso da biotecnologia, vários mitos são criados onde <i>fake news</i> são divulgadas dizendo que, através da imunização com vacinas de RNAm, é possível causar modificações no DNA das pessoas". O trecho sugere que o estudante passou a relacionar esse equívoco à circulação de informações falsas.

A comparação entre as hipóteses iniciais e os textos reflexivos produzidos ao final da sequência didática sugere avanços na compreensão de aspectos relacionados às vacinas de RNAm, observados em trechos das produções escritas. Entre eles, destacam-se a distinção entre RNAm e DNA, o reconhecimento de características da linguagem pseudocientífica e a utilização de argumentos baseados em evidências científicas. Os exemplos reunidos no Quadro 2 indicam que parte das ideias expressas no início da atividade foi reelaborada ao longo da sequência, embora o delineamento deste relato não permita concluir que todas tenham sido completamente superadas.

Contribuições para o ensino de Biologia

A experiência descrita evidencia o potencial do ensino por investigação para abordar temas complexos e socialmente relevantes, como a biotecnologia e as vacinas de RNA mensageiro. A comparação entre as hipóteses iniciais (Quadro 1) e os textos reflexivos produzidos ao final da sequência (Quadro 2) sugere que esse percurso favoreceu a revisão de parte das concepções prévias dos estudantes. Embora este relato não tenha sido delineado para mensurar ganhos conceituais, os registros produzidos durante as atividades constituem indícios de aprendizagem coerentes com os objetivos propostos para a sequência didática.

Outro aspecto relevante refere-se ao enfrentamento da desinformação científica no contexto escolar. Ao utilizar uma notícia falsa como ponto de partida para a investigação, a proposta criou oportunidades para discutir critérios de confiabilidade das informações, incentivar o uso de evidências científicas na construção de argumentos e fortalecer o papel da escola como espaço de formação crítica e cidadã.

Os resultados sugerem que a sequência didática favoreceu a revisão de parte das con-

cepções iniciais dos estudantes sobre as vacinas de RNAm e criou oportunidades para a construção de explicações mais consistentes sobre conceitos de Genética e Biotecnologia. Por se tratar de um relato de experiência, esses resultados devem ser interpretados como indícios de aprendizagem observados nesse contexto específico.

A articulação entre análise de desinformação, pesquisa orientada, simulação prática e discussão coletiva mostrou-se adequada para estimular o letramento científico e midiático. A experiência também evidenciou a importância da mediação docente durante a investigação e da ampliação do tempo destinado à pesquisa.

Por utilizar materiais de baixo custo e estratégias facilmente reproduzíveis, a proposta pode ser adaptada a diferentes contextos escolares e contribuir para o ensino investigativo de Genética e Biotecnologia.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

Para saber mais

BRASIL. Ministério da Saúde. *Vacinas podem alterar o DNA humano?* <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-com-ciencia/noticias/2024/agosto/vacinas-podem-alterar-o-dna-humano>. Acesso em: 15 jan. 2025.

DOLGIN, E. The tangled history of mRNA vaccines. *Nature*, v. 597, p. 318-324, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02483-w>.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *As vacinas em desenvolvimento por Bio-Manguinhos*. <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/as-vacinas-em-desenvolvimento-por-bio-manguinhos>. Acesso em: jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Como funcionam as vacinas*. <https://www.who.int/pt/news-room/feature-stories/detail/how-do-vaccines-work>. Acesso em: fev. 2026

PATTO, C. et al. *Biologia Ensino Médio*. Curitiba: Associação Worldfund Brasil, 2019. Coleção STEM Brasil para ensino médio; v.4.