RESISTÊNCIA BACTERIANA AOS ANTIBIÓTICOS: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA E EDUCAÇÃO EM SAÚDE

Anthony Fernando Lopes Ribeiro [1]
Paulo Rafael Ribeiro Sá [2]
Marcio Gabriel Silva e Silva [3]
Saymon D' Lucas Soares Rodrigues [4]

INTRODUÇÃO

A resistência bacteriana aos antibióticos representa um importante desafio à saúde pública mundial, sendo favorecida pelo uso inadequado e excessivo desses medicamentos (Da Silva Agostini; Gomes Da Silva; Stephan Tavares, 2024). Esse fenômeno ocorre quando microrganismos desenvolvem mecanismos que reduzem a eficácia dos antimicrobianos (Tang *et al.*, 2023).

Sua compreensão envolve conceitos de Genética e Evolução, como mutações, variabilidade genética, transferência horizontal de genes e seleção natural. Na presença de antibióticos, as bactérias sensíveis são eliminadas ou inibidas, enquanto as resistentes sobrevivem e se reproduzem, aumentando sua frequência populacional. Assim, os medicamentos exercem pressão seletiva, favorecendo variantes resistentes (Santos-Lopez *et al.*, 2021).

No Ensino Médio, o tema permite relacionar conhecimentos de Genética, Evolução e Microbiologia a situações cotidianas, como automedicação e uso inadequado de antibióticos. Essa abordagem favorece o pensamento crítico e a educação em saúde, considerando também aspectos coletivos, como prevenção de infecções, saneamento e acesso aos serviços de saúde.

Diante disso, este artigo teve como objetivo elaborar uma sequência didática sobre resistência bacteriana aos antibióticos para o Ensino Médio, articulando conhecimentos

[1] Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão UEMA - MA, Anthonyribeiro098@gmail.com;
[2] Graduado pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão UEMA - MA, pr1291301@gmail.com;
[3] Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão UEMA - MA, marcyogabryelsilva@gmail.com;
[4] Professor orientador: Mestrando em Processos e Tecnologias Educacionais, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, saymonsouer@gmail.com.

biológicos e educação em saúde por meio de atividades participativas e estratégias de comunicação científica.

METODOLOGIA

Este trabalho caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, com o objetivo de elaborar uma proposta de sequência didática sobre resistência bacteriana aos antibióticos. Para isso, foram consultados documentos institucionais e publicações científicas relacionadas à resistência antimicrobiana, à Genética, à Evolução e à educação em saúde. O percurso metodológico foi organizado em três etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Na segunda etapa, os conteúdos foram organizados em eixos conceituais: resistência antimicrobiana, mutação, variabilidade genética, seleção natural, transferência horizontal de genes e educação em saúde. Na terceira etapa, esses conhecimentos fundamentaram o planejamento de atividades com objetivos, recursos, procedimentos e estratégias de avaliação formativa.

A sequência foi planejada para estudantes do Ensino Médio, com duração estimada de três encontros de 50 minutos, adaptáveis à realidade escolar. Como não houve aplicação em turma, coleta de dados com estudantes ou experimentação microbiológica, os resultados correspondem à elaboração fundamentada da proposta pedagógica, cuja efetividade poderá ser investigada futuramente.

Figura 1. Etapas de desenvolvimento e organização das atividades, contemplando o levantamento de fontes, a sistematização dos conteúdos e o planejamento das ações.



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2026). Produzido com auxílio de Inteligência Artificial (Gemini Notebook), mediante prompt específico, com seleção do idioma Língua Portuguesa, orientação em paisagem e estilo visual científico, visando à representação das etapas de aplicação. Elaboração em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664/2026 (Brasil, 2026).

REFERENCIAL TEÓRICO

Resistência bacteriana, variabilidade genética e seleção natural

Os antibióticos são substâncias utilizadas no tratamento de infecções bacterianas, atuando sobre estruturas e processos essenciais à sobrevivência desses microrganismos. Entretanto, algumas bactérias apresentam resistência à ação desses medicamentos, condição que pode decorrer de mutações genéticas ou da aquisição de genes de resistência por transferência horizontal. Entre os mecanismos envolvidos estão a inativação do antibiótico, a alteração de seus alvos celulares e a redução de sua entrada na célula bacteriana (Brasil, 2021).

A resistência bacteriana está relacionada à variabilidade genética e à seleção natural. As mutações podem originar características hereditárias que favorecem a sobrevivência de determinadas bactérias diante da exposição aos antibióticos. Nesse processo, os microrganismos sensíveis são eliminados ou têm seu crescimento inibido, enquanto os resistentes sobrevivem e se reproduzem, aumentando sua frequência na população. Portanto, os antibióticos não provocam uma adaptação intencional, mas atuam como agentes de pressão seletiva sobre as populações bacterianas.

Além dos processos evolutivos, o uso inadequado de antibióticos, como a automedicação e a utilização sem orientação profissional, contribui para intensificar a seleção e a disseminação de bactérias resistentes. No Ensino Médio, essa temática permite relacionar os conteúdos de Genética, Evolução e Microbiologia à educação em saúde, por meio de atividades investigativas e simulações que representem a sobrevivência e a reprodução de bactérias resistentes ao longo das gerações.

3.3 Transferência horizontal de genes

Além das mutações e da transmissão de características às células descendentes, as bactérias podem adquirir material genético de outros organismos por meio da transferência horizontal de genes. Esse processo ocorre principalmente por conjugação, transformação e transdução, mecanismos que possibilitam a incorporação ou transferência de DNA entre bactérias ou a partir do ambiente (Madigan *et al.*, 2016).

Plasmídeos e outros elementos genéticos móveis podem transportar genes relacionados à resistência aos antibióticos, contribuindo para sua disseminação entre populações bacterianas.

A compreensão desses mecanismos permite relacionar genética e evolução, demonstrando que a resistência pode se espalhar não apenas pela reprodução bacteriana, mas também pela transferência de informações genéticas (Madigan *et al*., 2016).

3.4 Educação em saúde e alfabetização científica

A alfabetização científica possibilita aos estudantes interpretar informações, avaliar evidências e utilizar conhecimentos científicos na compreensão de situações cotidianas. No contexto da resistência bacteriana, essa abordagem contribui para identificar informações confiáveis, compreender os riscos do uso inadequado de antibióticos e reconhecer a importância da orientação de profissionais de saúde (Sasseron; Carvalho, 2011).

A utilização de situações-problema e atividades investigativas pode favorecer a participação dos estudantes na construção do conhecimento. Nesse sentido, a sequência didática pode incluir debates, simulações e a elaboração de materiais educativos, como cartazes e folhetos, para relacionar os conceitos biológicos às práticas de prevenção de infecções e ao uso responsável de medicamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal resultado deste trabalho consiste na elaboração de uma sequência didática sobre resistência bacteriana aos antibióticos, estruturada em três encontros complementares. A proposta integra conhecimentos de Genética, Evolução e Microbiologia à educação em saúde, utilizando situações-problema, atividades investigativas, debates e produção de materiais educativos. Essa abordagem dialoga com Da Silva Agostini, Gomes da Silva e Stephan Tavares (2024), que destacam as possibilidades de estratégias metodológicas diversificadas para abordar a resistência bacteriana no ensino.

No primeiro encontro, os estudantes foram estimulados a compartilhar seus conhecimentos prévios sobre antibióticos e resistência bacteriana. A partir de uma situação-problema, levantam hipóteses e discutem concepções equivocadas, como a ideia de que o organismo humano se torna resistente aos antibióticos, quando, na realidade, são as bactérias que podem desenvolver ou adquirir mecanismos de resistência. Essa etapa permitiu identificar conhecimentos prévios e possíveis dificuldades conceituais, favorecendo a construção de novas aprendizagens.

O segundo encontro abordou os mecanismos genéticos e evolutivos relacionados à resistência bacteriana, com destaque para mutação, variabilidade genética, seleção natural e transferência horizontal de genes. Por meio de simulações com cartões de diferentes cores, os

estudantes representam uma população bacteriana submetida à ação de um antibiótico, observando como as variantes resistentes podem sobreviver e se multiplicar. A atividade permitiu explorar o papel da seleção natural na evolução da resistência, considerando que a história evolutiva, a ocorrência de mutações e o acaso também influenciam esse processo (Santos-Lopez *et al*., 2021; Madigan *et al*., 2016).

No terceiro encontro, os estudantes analisaram situações fictícias relacionadas ao uso de antibióticos, consultando fontes confiáveis e produzindo materiais educativos, como cartazes, folhetos ou infográficos. A proposta buscou relacionar os conhecimentos científicos às práticas cotidianas, especialmente à automedicação e ao uso inadequado desses medicamentos. Essa discussão é relevante diante do reconhecimento da resistência aos antimicrobianos como um problema de saúde pública, que demanda ações de prevenção, conscientização e uso responsável desses medicamentos (Tang; Millar; Moore, 2023; Brasil, 2023, 2026).

Nesse sentido, a proposta aproxima-se dos princípios da alfabetização científica, ao incentivar a interpretação de informações, a análise crítica e a tomada de decisões fundamentadas em conhecimentos científicos (Sasseron; Carvalho, 2011). De modo geral, a sequência didática apresenta potencial para contextualizar os conteúdos biológicos e ampliar a compreensão dos estudantes sobre a resistência bacteriana e suas implicações sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo elaborar uma sequência didática sobre resistência bacteriana aos antibióticos para o Ensino Médio, integrando conhecimentos de Genética, Evolução, Microbiologia e Educação em Saúde. Fundamentada em pesquisa bibliográfica e documental, a proposta foi estruturada em três momentos pedagógicos, envolvendo problematização, estudo dos mecanismos genéticos e evolutivos e produção de materiais educativos. As atividades relacionam conceitos científicos a situações cotidianas, como a automedicação e o uso inadequado de antibióticos, buscando promover o pensamento crítico, a alfabetização científica e o uso responsável desses medicamentos.

Como a sequência didática ainda não foi aplicada nem avaliada em contexto escolar, não é possível afirmar seus efeitos sobre a aprendizagem. Recomenda-se sua aplicação em estudos futuros, acompanhada da análise das concepções e produções dos estudantes, a fim de identificar potencialidades e aspectos que possam ser aprimorados. A proposta apresenta potencial pedagógico para aproximar os conhecimentos biológicos de questões relevantes de saúde pública, contribuindo para uma formação científica crítica e socialmente contextualizada.

Palavras-chave: Resistência antimicrobiana; Ensino de Genética; Sequência didática; Educação em saúde; Alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Plano Nacional para a Prevenção e o Controle da Resistência aos Antimicrobianos nos Serviços de Saúde:** 2023-2027. Brasília, DF: Anvisa, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/servicosdesaude/prevencao-e-controle-de-infeccao-e-resistencia-microbiana/pnpciras-e-pan-servicos-de-saude/pan-servicos-de-saude-2023-2027-final-15-12-2023.pdf. Acesso em: 10 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito de Uma Só Saúde:** 2026-2030 (PAN-BR 2026-2030). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2026/plano-de-acao-nacional-de-prevencao-e-controle-da-resistencia-aos-antimicrobianos-no-ambito-de-uma-so-saude-2026-2030.pdf. Acesso em: 10 nov. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resistência aos antimicrobianos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [s. d.]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/ram/resistencia-aos-antimicrobianos. Acesso em: 10 ago. 2026.

DA SILVA AGOSTINI, Géllys Luckas; GOMES DA SILVA, Fernanda; STEPHAN TAVARES, Letícia. Rotação por estações e suas contribuições para o ensino de resistência bacteriana. **Lynx**, *[S. l.]*, v. 4, p. 1–7, 2024. DOI: 10.34019/2675-4126.2024.v4.45206. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/lynx/article/view/45206. Acesso em: 10 nov. 2026.

MADIGAN, Michael T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 1.032 p.

SANTOS-LOPEZ, A.; MARSHALL, C.W.; HAAS, A.L.; TURNER, C.; RASERO, J.; COOPER, V. S. The roles of history, chance, and natural selection in the evolution of antibiotic resistance. **Elife**, v. 10, p. e70676, 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246. Acesso em: 10 nov. 2026.

TANG, K. W. K; MILLAR, B. C.; MOORE, J. E. Antimicrobial Resistence (AMR). **British Journal of Biomedical Science**, v. 80, p. 11387, 2023.