UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

GISLAINE ROCHA DE LIMA

EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL: O E-BOOK COMO FERRAMENTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA SOB A ÓTICA DA BNCC

MOSSORÓ- RN

2026

GISLAINE ROCHA DE LIMA

EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL: O E-BOOK COMO FERRAMENTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA SOB A ÓTICA DA BNCC

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Professora Dra. Dayseanne Araújo Falcão

MOSSORÓ- RN

2026

Catalogação da Publicação na Fonte
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte Catalogação de Publicação na Fonte. UERN - Biblioteca Central

Lima, Gislaine Rocha de.
explorando o mundo invisível: o e-book como ferramenta didático-pedagógica no ensino de microbiologia e imunologia sob a ótica da BNCC / Gislaine Rocha de Lima. - Mossoró, 2026.
117f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.
Orientação: Profa. Dra. Dayseanne Araújo Falcão.

1. Ensino de imunologia e microbiologia. 2. Metodologias ativas. 3. Sequência didática. 4. Tecnologia educacional - Livros eletrônicos - E-book. 5. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). I. Falcão, Dayseanne Araújo. II. Título.

RN/UFㅤBiblioteca Central CDD 579.071

Elaborado por Jocelania Marinho Maia de Oliveira - CRB-15 319

ATA Nº 106

ATA DA 106ª SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 26 de junho de 2026, às 13:00:00 com a participação remota e síncrona dos examinadores, na forma de videoconferência, via plataforma google meet reuniu-se a Comissão Examinadora responsável pela avaliação de defesa da dissertação intitulada E-BOOK EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO, como trabalho final apresentado por GISLAINE ROCHA DE LIMA, ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. A Banca Examinadora foi presidida por Profª. Dra. DAYSEANNE ARAÚJO FALCÃO (UERN) e composta pelos membros abaixo subscritos. A sessão teve duração de 1h e 30 minutos e a Banca Examinadora emitiu o seguinte parecer:

A banca fez observações e considerações que devem ser incorporadas à versão final do trabalho, conforme concordância dos autores.

A dissertação avaliada recebeu o CONCEITO FINAL: APROVADO

Banca Examinadora:

_____

Profª. Dra. DAYSEANNE ARAÚJO FALCÃO
(Presidente UERN Remotamente por videoconferência)

_____

Profª. Dra. Regina Célia Pereira Marques
(Membro Interno UERN Remotamente por videoconferência)

_____

Profª. Dra. Eleneide Pinto Gurgel
(Membro Externo ao Programa - Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Rio Grande do Norte Remotamente por videoconferência)

Dedico este trabalho à minha mãe, minha maior apoiadora, que sempre me ensinou a perseverar e a encarar os desafios da vida como parte da caminhada necessária para alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, representa a realização de um importante sonho pessoal e profissional. Essa conquista somente foi possível graças ao apoio, incentivo e contribuição de pessoas e instituições que caminharam comigo ao longo dessa trajetória.

Primeiramente, agradeço à minha mãe, Ivanice, por ser minha maior incentivadora na busca pelo conhecimento e por ter despertado em mim o desejo de ingressar no mundo acadêmico. Obrigada por ser meu porto seguro, minha confidente nos momentos de angústia e incerteza, e por me oferecer um amor incondicional e imensurável, que diariamente me fortalece e inspira a seguir em frente.

À minha irmã, Gislene, expresso minha profunda gratidão por sua amizade, cumplicidade e apoio constante. Obrigada por sempre acreditar em meu potencial, incentivar a continuidade desta pesquisa e trazer palavras de otimismo que me deram força nos momentos de maior preocupação.

À minha sobrinha Ísis, que, mesmo com apenas um aninho de idade, foi um verdadeiro refúgio nos momentos de ansiedade e incerteza. Com sua alegria, ternura e inocência, acalmava meu coração, renovava minhas energias para continuar esta caminhada.

Agradeço também ao meu pai, Jailson, e ao meu irmão, Júnior, pela compreensão diante das inúmeras ausências em momentos familiares, motivadas pelas exigências da vida acadêmica. Obrigada pelo apoio, carinho e confiança, fundamentais para que eu pudesse persistir e alcançar meus objetivos.

Às amizades construídas ao longo dessa jornada, minha sincera gratidão. Compartilhar horas de estudo, discussões, inquietações, desafios, conquistas e alegrias tornou essa experiência muito mais significativa. Cada pessoa que fez parte desse percurso contribuiu de maneira especial para minha formação acadêmica e humana, deixando lembranças e aprendizados que levarei para toda a vida.

Estendo meus agradecimentos à Turma 6 do PROFBIO/UERN, com quem tive o privilégio de vivenciar momentos enriquecedores de construção coletiva do conhecimento, troca de experiências, apoio mútuo e crescimento profissional. As

experiências compartilhadas ao longo desses dois anos permanecerão para sempre em minha memória.

À minha orientadora, a professora Dra. Dayseanne Araújo Falcão, minha profunda gratidão pela dedicação, paciência, disponibilidade e compromisso. Suas contribuições valiosas e sua confiança foram essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço igualmente a todos os professores que fizeram parte da Turma 6 do PROFBIO, cujos ensinamentos, experiências e contribuições foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e profissional. Cada um, à sua maneira, deixou marcas significativas nesta etapa da minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pelo apoio e pela oferta deste programa de mestrado, contribuindo para a qualificação de professores e para o fortalecimento da educação brasileira.

À Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), sua direção, administração, corpo docente e demais profissionais que atuam diariamente para promover um ambiente de aprendizagem, pesquisa e desenvolvimento profissional, registro meu reconhecimento e gratidão pela oportunidade de realizar esta importante etapa de minha trajetória acadêmica.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, bem como para a construção desta dissertação. A cada uma delas, deixo registrado o meu mais sincero e afetuoso: **MUITO OBRIGADA!**

RELATO DO(A) MESTRANDO(A)

Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Mestrando(a): Gislaine Rocha de Lima

Título do TCM: E-BOOK EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Data da defesa:

A carreira docente sempre foi desafiadora em múltiplos aspectos. Lidar com a escassez de recursos e a falta de tempo, decorrentes da desvalorização profissional, ao mesmo tempo em que se busca a reinvenção e a formação continuada, gera momentos difíceis. Muitas vezes, a desmotivação nos leva a interromper esses processos.

Nesse cenário, como professora de Biologia, sempre vivenciei inquietações quanto à busca por metodologias que explorassem o caráter investigativo e fascinante da ciência que estuda a vida. Transpor esses conhecimentos para os alunos, de forma a desafiá-los e estimulá-los a participar ativamente das aulas, sempre foi uma tarefa exaustiva e, por vezes, desalentadora.

Contudo, a necessidade intrínseca de refletir, avaliar a própria prática e me reinventar enquanto educadora sempre falou mais alto. Foi exatamente nesse contexto que um novo desafio ingressou em minha vida: o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO).

Me inscrevi no processo seletivo por indicação de uma colega que já fazia parte do programa, embora não estivesse muito esperançosa em relação à aprovação. Ao receber o resultado positivo, uma mistura de entusiasmo e nervosismo diante do desconhecido tomou conta de mim.

Para frequentar as aulas, enfrentei longas viagens semanais, percorrendo quilômetros de estrada de Macau, município onde resido no interior do Rio Grande do Norte, até Mossoró. Chegando à UERN, as sextas-feiras revelavam-se repletas de ensinamentos, trocas de experiências e novos desafios. Essa vivência me deu o fôlego necessário para inserir, cada vez mais, as metodologias investigativas na minha prática pedagógica, visto que o ensino por investigação é o pilar central que sustenta o PROFBIO.

Ao concluir esse período formativo, percebo que o PROFBIO contribuiu significativamente para a consolidação de uma profissional mais experiente, que busca renovar sua visão da Biologia e compreender como transpô-la para a realidade na qual está inserida. O

mestrado eleva a qualidade da formação docente, pois nos coloca em contato com profissionais de excelência que nos relembram o quão ampla e minuciosa é a Biologia em seus diversos níveis. Além disso, configurou-se como uma vivência riquíssima de comunhão com outros professores que, mesmo inseridos em realidades distintas, compartilhavam os mesmos questionamentos e multiplicaram novos aprendizados.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação do e-book “Explorando o Mundo Invisível”, um produto educacional estruturado como sequência didática investigativa para o ensino de microbiologia e imunologia no Ensino Médio. A proposta fundamenta-se nas metodologias ativas e visa promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e integrada às competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), respondendo à necessidade de superar o caráter abstrato e a complexidade conceitual tradicionalmente associado a esses temas. Metodologicamente, a pesquisa-ação envolveu um diagnóstico crítico de livros didáticos comerciais e a subsequente validação do e-book por 20 professores de Biologia integrantes do PROFBIO/UERN. Os dados gerados por questionários eletrônicos foram examinados a partir da Análise de Conteúdo de Bardin. Os resultados demonstraram aprovação unânime (100%) dos pares, que atestaram a viabilidade, a clareza e o potencial da sequência didática para fomentar a autonomia e o letramento científico dos estudantes. As percepções dos avaliadores também indicaram ajustes necessários para o refinamento do material, tais como a otimização do design visual (esquemas e infográficos) e a proposição de alternativas pedagógicas para escolas com restrições tecnológicas ou de carga horária. Conclui-se que o e-book consolida-se como uma ferramenta de transposição didática altamente relevante para o cenário do Novo Ensino Médio, inclusive para inserção em Itinerários Formativos, oferecendo subsídios práticos para que o professor atue como mediador de uma formação científica reflexiva, contemporânea e cidadã.

Palavras-chave: ensino; microbiologia; imunologia; metodologias ativas; sequência didática; e-book.

ABSTRACT

This study presents the development and validation of the e-book *Exploring the Invisible World*, an educational product structured as an inquiry-based teaching sequence for the teaching of microbiology and immunology in high school. The proposal is grounded in active learning methodologies and aims to promote meaningful, contextualized learning aligned with the competencies established by the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC), addressing the need to overcome the abstract nature and conceptual complexity traditionally associated with these topics. Methodologically, the action research involved a critical analysis of commercial textbooks, followed by the validation of the e-book by 20 Biology teachers from PROFBIO/UERN. Data collected through electronic questionnaires were analyzed using Bardin's Content Analysis. The results demonstrated unanimous approval (100%) among the evaluators, who confirmed the feasibility, clarity, and potential of the teaching sequence to foster students' autonomy and scientific literacy. The evaluators' perceptions also indicated the need for adjustments to refine the material, including improvements to the visual design, such as diagrams and infographics, as well as the development of pedagogical alternatives for schools with technological or time constraints. It is concluded that the e-book represents a highly relevant tool for didactic transposition within the context of the New High School Education framework, including its integration into educational pathways, providing practical support for teachers to act as mediators of reflective, contemporary, and citizenship-oriented scientific education.

Keywords: teaching; microbiology; immunology; active methodologies; pedagogical sequence; e-book.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa mental dos desafios para o ensino de imunologia e microbiologia..... 23
Figura 2 – Planejamento e estrutura da sequência didática "Explorando o mundo invisível" (A) e (B) 42
Figura 3 – Modelos de fichas interativas para atividade prática de imunologia e microbiologia presentes no e-book 45
Figura 4 – Tempo de atuação na docência de Biologia..... 47
Figura 5 – Percepção dos participantes com relação a atratividade do e-book..... 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Organização dos conteúdos de microbiologia e imunologia na BNCC …. 20
Quadro 2 – Itinerários formativos de aprofundamento e seus respectivos temas contemporâneos transversais no Ensino Médio Potiguar 22
Quadro 3 – Ficha de análise de conteúdos de microbiologia e imunologia em livros de biologia 30
Quadro 4 – Organização estrutural do e-book 33
Quadro 5 – Identificação e caracterização dos livros didáticos analisados 36
Quadro 6 – Critérios e categorias para a análise dos livros didáticos 37
Quadro 7 – Categorização das percepções e sugestões dos respondentes sobre o e-book..... 51
Quadro 8 – Categorização das percepções dos professores sobre os pontos fortes do material didático 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos professores participantes da pesquisa por faixa etária 47
Tabela 2 – Distribuição dos professores participantes segundo o nível de ensino de atuação 48
Tabela 3 – Avaliação da sequência didática investigativa e das atividades propostas .. 50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

FGB – Formação Geral Básica

IFA – Itinerários Formativos de Aprofundamento

ISTs – Infecções Sexualmente Transmissíveis

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996)

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PROFBIO/UERN – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UERN – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

SAMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 OBJETIVOS 17
2.1 Objetivo geral 17
2.2 Objetivos específicos 17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19
3.1 Panorama curricular da microbiologia e imunologia no ensino médio 19
3.2 Os desafios do ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio 23
3.3 Metodologias ativas e sequência didática no ensino integrado de microbiologia e imunologia 26
4 PERCURSOS METODOLÓGICOS 29
4.1 Caracterização da pesquisa 29
4.2 Método de análise dos livros didáticos 30
4.3 Produção do e-book "Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana" 32
4.4 Contexto e participantes da avaliação do e-book 33
4.5 Instrumento e análise da avaliação do e-book 34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 36
5.1 Análise dos livros didáticos 36
5.1.1 Análise do livro Moderna Plus 37
5.1.2 Análise do livro 360º da FDT 38
5.1.3 Análise do livro Identidade saraiva 39
5.2 Estrutura do e-book "Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana" 40
5.3 Avaliação do e-book "Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana" 46
5.3.1 Caracterização dos professores participantes da pesquisa 47
5.3.2 Percepções docentes sobre o e-book e a sequência didática 49
CONSIDERAÇÕES FINAIS 57
REFERÊNCIAS 59
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: E-BOOK EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL 63
APÊNDICE B- INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 112
APÊNDICE C – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR PARA INÍCIO DA PESQUISA 113
APÊNDICE D – TCLE DESTINADO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA 114

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia é englobado por várias temáticas, dentre as quais estão a microbiologia e a imunologia. A microbiologia estuda os microrganismos como vírus e bactérias que podem ser causadores de doenças nos seres humanos. Esta descoberta ocorreu no século XIX, por Robert Koch, médico e microbiologista alemão, que descobriu e provou a existência de microrganismos patogênicos. Tal descoberta contribuiu para estudos de outra área importante para saúde humana, a imunologia, que estuda o conjunto de mecanismos de defesa de um organismo contra uma infecção (Marini et al., 2023).

Dessa forma, a microbiologia e a imunologia se inter-relacionam, uma vez que muitos microrganismos são patogênicos e desencadeiam respostas do sistema imunológico humano. A abordagem integrada dessas áreas é de grande relevância, pois possibilita aos estudantes compreenderem os processos que ocorrem em seu próprio corpo para combater agentes patogênicos, bem como reconhecerem formas de prevenção de diversas doenças que afetam não apenas a saúde individual, mas também a saúde coletiva.

Contudo, a abordagem desses conteúdos nas aulas de Biologia apresenta desafios significativos, uma vez que envolve conceitos abstratos e de difícil visualização, tornando a aprendizagem desafiadora para os estudantes, especialmente quando o ensino se restringe à exposição teórica e à memorização de conceitos. Fonseca (2018) destaca a necessidade de mudanças na forma como a imunologia é abordada no ensino, enfatizando a revisão crítica dos livros didáticos, a correção de equívocos conceituais e a superação de abordagens superficiais e fragmentadas. O autor também ressalta a importância do levantamento das concepções prévias dos estudantes, da adoção de metodologias mais ativas e contextualizadas e do investimento na formação continuada de professores, de modo a favorecer uma aprendizagem mais significativa desses conteúdos.

Correia (2019) aponta vários aspectos que tornam o ensino de microbiologia desafiador, como o conteúdo ser abstrato, por envolver organismos não visíveis a olho nu, o que dificulta a compreensão e a construção de significados pelos alunos. Além da ausência de conhecimentos prévios consistentes por parte dos estudantes, a existência de obstáculos epistemológicos, o uso excessivo de termos científicos complexos, a sobrecarga curricular e a falta de predisposição dos alunos para aprender, fatores que interferem diretamente na aprendizagem significativa.

Moresco et al. (2017) apontam que os desafios no ensino de microbiologia na educação básica envolvem tanto aspectos estruturais quanto formativos e pedagógicos. Entre as principais dificuldades destacam-se a falta de infraestrutura e de materiais adequados nas escolas o que inviabiliza a realização de aulas experimentais, as lacunas na formação inicial dos professores, além da insegurança docente decorrente de fragilidades no domínio de conceitos básicos da microbiologia.

Os autores defendem que a superação destes desafios está diretamente relacionada à adoção de abordagens experimentais e investigativas, especialmente articuladas à formação continuada de professores, uma vez que possibilita ao professor ampliar seu repertório metodológico, refletir sobre sua prática pedagógica e desenvolver estratégias mais eficazes para o ensino. O uso de atividades práticas contextualizadas, que integrem teoria e prática, pode favorecer a compreensão dos microrganismos, tornando o conteúdo mais concreto contribuindo para a construção de conhecimentos significativos pelos estudantes (Moresco et al. 2017).

É válido ressaltar que a microbiologia e a imunologia avançaram na busca por novos agentes terapêuticos e antimicrobianos a partir da biodiversidade brasileira, como no bioma Caatinga. Exemplo disso, foi o estudo realizado por Pansa, Melo e Santos (2013), que ao investigarem fungos endofíticos isolados de *Combretum leprosum* (planta nativa da caatinga), identificaram 32 linhagens fúngicas capazes de produzir metabólitos secundários com atividade antimicrobiana. Os resultados revelaram a inibição de microrganismos bacterianos e fúngicos de interesse médico e agrícola, evidenciando que os compostos produzidos por esses microrganismos apresentam potencial para o desenvolvimento de novos fármacos e estratégias de combate à resistência microbiana.

Nesse cenário, o ensino de microbiologia e imunologia assume papel fundamental na formação científica dos estudantes, ao possibilitar a compreensão dos processos de investigação que conduzem à produção do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que, para nós da Caatinga, é uma associação direta entre novos conhecimentos e elementos do quotidiano.

Posto isso, o uso de metodologias ativas como estratégia pedagógica pode ser um dos métodos para superação dos desafios no ensino dos conteúdos de imunologia e microbiologia, sendo fundamental a disponibilização de recursos didáticos que auxiliem os professores na organização do ensino e no planejamento pedagógico, uma vez que muitas vezes o livro didático é o único recurso disponível para os professores, e pode não suprir as demandas pedagógicas.

Contudo, ainda existe uma resistência em relação ao uso de metodologias ativas nas escolas em geral. Moran (2018) aponta que os alunos precisam ser mais proativos, o que exige a aplicação de metodologias que os envolvem, e os levem a tomar decisões, mas com o uso de materiais de apoio, a fim de minimizar essas resistências.

Sendo assim, o presente trabalho propõe a elaboração de um *e-book* como material de apoio que contribua para o desenvolvimento de aulas de Biologia, de itinerários formativos e projetos escolares voltados à área da saúde. Alinhado aos princípios das metodologias ativas, o material apresenta uma sequência didática de caráter investigativo, articulando conteúdos de microbiologia e imunologia com a temática da saúde humana.

Além disso, o *e-book* reúne recursos didáticos que podem ser utilizados pelo professor na aplicação da sequência didática, o que pode contribuir para a minimização de dificuldades apontadas pelos autores, como a escassez de tempo, de recursos e de apoio pedagógico no contexto da prática docente, além de valorizar e estimular a participação ativa dos estudantes e a formação de um pensamento científico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver, validar e propor um e-book interativo contendo uma sequência didática pautada no ensino por investigação, visando facilitar a transposição didática de conteúdos de microbiologia e imunologia no Ensino Médio, em consonância com as competências da BNCC.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar como os conteúdos de microbiologia e imunologia são apresentados em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, identificando desafios de aprendizagem e distanciamentos em relação às diretrizes da BNCC.

- Desenvolver o e-book *"Explorando o Mundo Invisível"* integrando elementos visuais lúdicos, ferramentas digitais interativas (como Kahoot e Mentimeter) e metodologias ativas baseadas em problemas reais de saúde coletiva.

- Refletir sobre os desafios do ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio bem como sobre a relevância das metodologias ativas no ensino de biologia.

-Validar o e-book e a sequência didática associada a partir da percepção e da análise crítica de professores de Biologia (mestrandos/pares do PROFBIO), coletando contribuições para o aperfeiçoamento do material.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Panorama curricular da microbiologia e imunologia no ensino médio

Até 2018, as escolas e redes de ensino organizavam seus currículos com base na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394/1996 (LDB), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). No contexto do ensino de Biologia a LDB estabelecia a obrigatoriedade do ensino como disciplina isolada, com objetivos educacionais de natureza estritamente propedêutica. Com sua reformulação, houve uma mudança de olhar dos objetivos da educação básica, sendo menos disciplinar e mais integrada com formação para a vida e qualificação para a cidadania, interligando então as disciplinas em três grandes áreas: ciências da natureza e matemática, ciências humanas, linguagens e códigos (BRASIL, 2015).

Em relação aos conhecimentos biológicos, os PCNs organizavam a biologia em temas estruturadores e as DCNEM enfatizavam a necessidade de integração entre ciência, tecnologia, cultura e trabalho na organização das matrizes curriculares. Nos PCNs os conhecimentos de microrganismos e imunológicos estavam presentes em dois temas estruturantes, “Qualidade de vida das populações humanas” e “Diversidade da vida”, onde se discutiam saúde, doenças e defesas dos organismos, e a classificação dos seres vivos (BRASIL, 2015).

Com a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, o foco do ensino de biologia mudou do acúmulo de conteúdos enciclopédicos para o desenvolvimento de competências e habilidades. Neste contexto, os conhecimentos na área da microbiologia e imunologia foram integrados e diluídos a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias - que une os componentes de Biologia, Física e Química - e contextualizados a aspectos sociocientíficos, ambientais e tecnológicos (BRASIL, 2018). No Quadro 1 é possível observar de que forma estes conhecimentos estão integrados nas competências e habilidades presentes na BNCC:

Quadro 1 – Organização dos conteúdos de microbiologia e imunologia na BNCC

Competências específicas da BNCC	**Habilidades da BNCC**	**Conteúdos de microbiologia e imunologia**
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.	Sob essa habilidade, o professor pode trabalhar os conceitos de vacinas, soros, imunidade adquirida e anticorpos não apenas para os estudantes decorar nomes, mas para capacitá-los a combater fake news médicas, entender campanhas de vacinação e debater o impacto do movimento antivacina.
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a	Nestas habilidades entram os conteúdos de resistência bacteriana a antibióticos (mecanismo evolutivo de seleção natural), o uso de microrganismos na indústria alimentícia e farmacêutica (fermentação por fungos e bactérias, produção de insulina transgênica, biorremediação de poluentes) e a importância da microbiota para o equilíbrio do corpo humano.

	apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.crítico diante das decisões de produção e consumo [...].	
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.	Nesta habilidade é possível explorar as Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs), como HIV e HPV, analisando o comportamento do vírus no organismo (imunologia) de forma integrada com a responsabilidade social, empatia e saúde coletiva.

Fonte: Elaborado pela autora (2026) com base na BNCC (BRASIL, 2018).

Na nova organização curricular presente na BNCC o ensino médio é dividido na formação geral básica (FGB), que corresponde aos componentes curriculares das três áreas supracitadas, e nos itinerários formativos de aprofundamento (IFA), que visam aprofundamento de conhecimentos e práticas em articulação orgânica com a FGB, por meio da construção de projetos integradores (RIO GRANDE DO NORTE, 2025).

Em relação a estrutura dos IFAs pode-se destacar que “com carga horária mínima de 600 horas, destinados ao aprofundamento das aprendizagens nas áreas do conhecimento, em consonância com os direitos de aprendizagem e com as especificidades dos territórios nos quais as unidades escolares estão inseridas” (RIO GRANDE DO NORTE, 2025, p. 5 e 6). Nas diretrizes pedagógicas dos IFAs do ensino médio potiguar são apresentadas propostas de itinerários formativos e temas contemporâneos transversais, nos quais a escola pode utilizar para produzir seus projetos integradores, como pode ser observado no Quadro 2:

Quadro 2– Itinerários formativos de aprofundamento e seus respectivos temas contemporâneos transversais no Ensino Médio Potiguar

Itinerário Formativo de Aprofundamento	Áreas do Conhecimento	Tema Contemporâneo Transversal (TCT)
Desafios da informação no século XXI: educação midiática e combate à desinformação	Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias	Ciência e Tecnologia
Delineando realidades: economia, modelagem e intervenções sociais	Matemática e suas tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Economia
Mapeando o invisível: modelagem científica para analisar, prever e prevenir riscos à saúde	Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Matemática e Suas Tecnologias	Saúde
Diálogos multiculturais: juventudes, identidades e saberes ancestrais	Linguagens e suas Tecnologias; ciências humanas e sociais aplicadas	Multiculturalismo
Vozes e silenciamentos: a luta por representação de grupos sociais do território potiguar	Linguagens e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Cidadania e Civismo
Emergência climática: ciência, território e justiça socioambiental	Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Meio Ambiente
Consumo e qualidade de vida: desvendando a ciência por trás dos rótulos e dos discursos	Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Linguagens e suas Tecnologias	Ciência e Tecnologia

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

No contexto dos IFAs os temas de microbiologia e imunologia podem ser desenvolvidos no itinerário “Mapeando o invisível: modelagem científica para analisar, prever e prevenir riscos à saúde”, vinculado às áreas de Ciências da Natureza e Matemática e ao tema contemporâneo transversal saúde. Esse itinerário possibilita a investigação de fenômenos relacionados à disseminação de doenças infecciosas, vacinação, resistência bacteriana, epidemias, surtos virais e prevenção de infecções, utilizando análise de dados, modelagem matemática e interpretação científica.

Em suma, a evolução dos documentos orientadores do ensino médio reflete uma mudança paradigmática no ensino de microbiologia e imunologia, que migrou de uma abordagem puramente propedêutica e enciclopédica para um modelo focado na formação

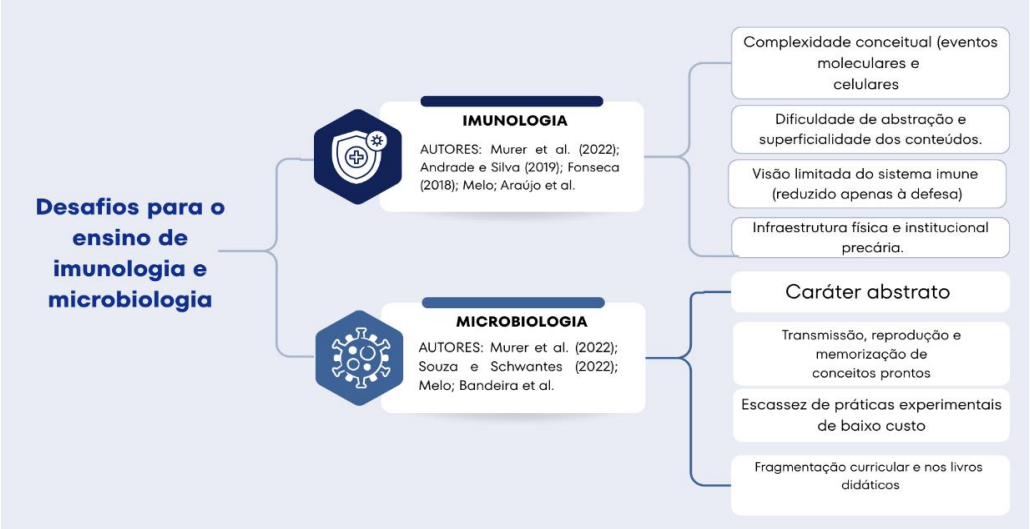
cidadã e no desenvolvimento de competências. No entanto, a prática escolar vai além do que prescrevem os documentos curriculares, uma vez que, os desafios reais enfrentados no “chão da escola” envolvem outras questões cujo apontamento torna-se fundamental.

3.2 Os desafios do ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio

Os conhecimentos imunológicos e sobre os microrganismos apresentam grande relevância para formação básica do cidadão brasileiro, pois, envolve questões básicas de cidadania como higiene, meio ambiente, produção de alimentos, biotecnologia, prevenção e cura de doenças, essencialmente, questões da manutenção de seu bem-estar e do conceito de saúde (Murer et al, 2022).

Sendo assim, no contexto da educação básica, os tópicos referentes a imunologia e microbiologia devem possibilitar que os indivíduos ao final do ensino médio possam analisar eventos cotidianos, resolver problemas individuais, e opinar criticamente sobre questões envolvendo tais áreas, visto que esses assuntos estão associados ao cotidiano de todos, vide a ainda recente pandemia global de Covid-19, e a hesitação de muitas pessoas ao uso das vacinas. No entanto, a forma com que estes assuntos foram ou ainda são trabalhados nas escolas acaba dificultando a compreensão dos estudantes favorecendo um aprendizado pouco significativo, que tende a focar na memorização, abordando os conceitos de maneira superficial, teórica e abstrata (Figura 1).

Figura 1 – Mapa mental dos desafios para o ensino de imunologia e microbiologia



Fonte: Organizado pela autora (2026), com base em Murer et al. (2022), Andrade e Silva (2019), Fonseca (2018), Souza e Schwantes (2022), Melo, Araújo et al. e Bandeira et al. 3

Em seu trabalho sobre a importância da história e filosofia da Biologia para o Ensino de Ciências, Souza e Schwantes (2022) fazem um resgate crítico de como o ensino tradicional de biologia se consolidou no Brasil, muitas vezes baseado apenas na transmissão e reprodução de conceitos prontos e fragmentados, tornando o ensino mecânico, descontextualizado, dificultando a compreensão crítica da ciência pelos estudantes.

Em relação a abordagem dos conteúdos de microbiologia Murer e colaboradores (2022) relatam que muitas vezes ela é feita de maneira superficial, teórica e abstrata, "principalmente pelo fato da grande maioria das escolas públicas não possuírem infraestrutura adequada e equipamentos, como microscópio, ou reagentes específicos para visualização dos microrganismos e execução de aulas práticas" (Murer et al., 2022, p.3).

De acordo com Andrade e Silva (2019), um dos principais desafios no ensino de imunologia está associado à complexidade conceitual do tema, que envolve eventos moleculares, celulares e sistêmicos interligados, a fragmentação dos conteúdos nos currículos e nos livros didáticos e à ausência de articulação entre os conceitos imunológicos e ideias centrais da Biologia, como a homeostase. Em seu estudo Andrade e Silva (2019) relatam que os documentos curriculares oficiais, embora reconheçam a relevância da imunologia, apresentam orientações contraditórias que resultam em uma abordagem superficial do tema, especialmente nos anos iniciais.

Além disso, o uso recorrente de metáforas bélicas para explicar os fenômenos imunológicos dificulta a compreensão biológica dos processos e pode gerar obstáculos epistemológicos à aprendizagem. Somam-se a isso as divergências conceituais presentes nos livros didáticos e a forte dependência desses materiais por parte dos professores, o que contribui para a reprodução de concepções limitadas e desatualizadas e, em alguns casos, para a omissão do tema no ensino, comprometendo a formação científica e cidadã dos estudantes (Andrade e Silva, 2019).

Alguns fatores que interferem no processo de ensino-aprendizagem de imunologia nos cursos de graduação foram apontados por Fonseca (2018), entre eles, a formação docente, o modelo de ensino adotado e as estratégias pedagógicas utilizadas. Além desses aspectos didático-pedagógicos, o autor também evidencia a influência de fatores estruturais, como as condições físicas e institucionais, as condições de trabalho dos professores, o elevado número de alunos por turma, a reduzida carga horária destinada à

disciplina nos currículos e o fato de a imunologia estar frequentemente vinculada à microbiologia em uma única disciplina, o que limita o aprofundamento dos conteúdos.

Os conteúdos de microbiologia e imunologia apresentam caráter abstrato e microscópico, o que pode dificultar a compreensão dos estudantes quando abordados apenas de forma teórica. Assim, o uso de exemplos práticos e a integração dos conteúdos ao cotidiano tornam-se importantes para favorecer a aprendizagem e possibilitar uma compreensão mais articulada do funcionamento do sistema imunológico em relação aos demais sistemas do corpo humano (Melo, 2025). O ensino de imunologia na educação básica ainda enfrenta desafios relacionados ao uso de metodologias tradicionais, baseadas na memorização e na fragmentação dos conteúdos. Como consequência, muitos estudantes desenvolvem uma compreensão simplificada do sistema imunológico, associada apenas à ideia de defesa do organismo. Além disso, a complexidade da linguagem científica torna necessária a utilização de estratégias didáticas contextualizadas que favoreçam uma aprendizagem mais significativa (Araújo et al, 2026).

O ensino de microbiologia no contexto brasileiro ainda é marcado por abordagens teóricas, superficiais e descontextualizadas, centradas na memorização de conceitos, o que diminui o interesse e a compreensão dos estudantes sobre a importância dos microrganismos no cotidiano. Nesse sentido, os PCNs para o ensino médio destacam a necessidade de estratégias contextualizadas e interdisciplinares que aproximem os conteúdos das experiências dos alunos e estimulem o raciocínio crítico. Diante disso, as práticas experimentais de baixo custo surgem como uma alternativa importante para tornar o ensino mais significativo e aproximar os estudantes do universo microscópico (Bandeira et al, 2025).

Diante dos desafios expostos, percebe-se que o uso de metodologias ativas pode contribuir para a superação de algumas dessas dificuldades, especialmente no que se refere a forma com que esses conhecimentos são trabalhados, baseado na memorização e reprodução. Além disso, a disponibilização de materiais e recursos didáticos alternativos ao professor possibilita que sua prática pedagógica não fique restrita exclusivamente ao livro didático, ampliando as estratégias de ensino para abordar os conhecimentos relacionados à imunologia e aos microrganismos.

No que se refere às metodologias ativas, é importante compreender sua relevância no processo educativo, uma vez que elas favorecem o protagonismo juvenil. Algo que está se tornando cada vez mais urgente, sobretudo em razão do uso excessivo das telas e

de ferramentas de inteligência artificial, que frequentemente contribuem para a diminuição da participação ativa e do engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

3.3 Metodologias ativas e sequência didática no ensino integrado de microbiologia e imunologia

Segundo Moran (2018, p. 41), as metodologias ativas "são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem". Considerando esse conceito o processo de ensino-aprendizagem torna-se mais dinâmico, onde o estudante passa de um mero receptor passivo de conteúdos, para um sujeito autônomo e protagonista da sua aprendizagem, sendo o professor o mediador deste processo. A aprendizagem torna-se mais significativa quando os estudantes encontram sentido nas atividades propostas, participam ativamente do processo e conseguem relacionar os conteúdos às suas próprias experiências e interesses (Moran, 2018).

Esse discurso dialoga diretamente com a teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003), onde a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando novos conhecimentos se relacionam de forma substantiva e não arbitrária aos saberes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Sendo assim, o uso de estratégias que estimulem o protagonismo, o trabalho colaborativo e investigativo contribuem para a assimilação do significado real do conhecimento que está sendo apresentado e mediado pelo professor.

Segundo Valente (2018), essa proposta não é nova: John Dewey, no século passado, já empregava e defendia que a aprendizagem deveria ocorrer de forma ativa, permitindo que o estudante participasse da construção do conhecimento por meio da experiência e da ação. Outro aspecto importante é que as metodologias ativas reconhecem que cada estudante aprende de maneira diferente, em ritmos e estilos próprios. Moran (2018) ressalta que as pesquisas nas áreas da educação, psicologia e neurociência demonstram que o processo de aprendizagem é único para cada indivíduo, sendo necessário valorizar diferentes estratégias de ensino que atendam às múltiplas formas de aprender.

Entre os exemplos de metodologias ativas pode-se citar a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem baseada em problemas (PBL), a

gamificação, o ensino híbrido e a cultura maker. Essas metodologias podem ser aplicadas de forma individual, integrada ou sequencial em uma sequência didática, favorecendo a participação ativa dos estudantes e estimulando o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e emocionais (Moran, 2018).

No contexto do ensino integrado de microbiologia e imunologia, as metodologias ativas podem ser utilizadas para promover uma postura investigativa por parte dos estudantes, tornando a aprendizagem mais significativa. Estratégias como a PBL, a sala de aula invertida e o ensino por investigação possibilitam que os alunos assumam um papel ativo na construção do conhecimento, atuando de maneira semelhante à de cientistas ao investigar surtos epidemiológicos simulados, analisar dados vacinais reais do município ou elaborar modelos explicativos sobre as barreiras imunológicas do organismo.

Nesse contexto, a elaboração de uma sequência didática mostra-se relevante para a integração dos conteúdos de microbiologia e imunologia, pois permite organizar as atividades progressivas e contextualizadas que englobem os conteúdos biológicos de microrganismos e imunologia. De acordo com Zabala (1998), a sequência didática pode ser compreendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, planejadas com a finalidade de promover aprendizagens significativas. Essa organização pressupõe uma lógica interna, na qual cada etapa contribui para o avanço do estudante em relação aos conhecimentos, habilidades e atitudes pretendidas. Nesse sentido, a sequência didática permite organizar os conteúdos do mais simples ao mais complexo, respeitando os conhecimentos prévios e favorecendo a construção de novos significados.

A sequência didática constitui-se como uma importante estratégia de organização do trabalho pedagógico, pois permite estruturar o ensino de forma intencional, progressiva e coerente com os objetivos de aprendizagem. No ensino de ciências, a aplicação da sequência didática ganha ainda mais relevância quando articulada a abordagens investigativas e problematizadoras.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem o ensino de ciências a partir da problematização da realidade, estruturado nos chamados três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Essa proposta dialoga diretamente com a lógica das sequências didáticas, pois organiza o ensino a partir de situações significativas, contextualizadas e socialmente relevantes.

Da mesma forma, Carvalho (2013) destaca a importância das sequências didáticas investigativas no ensino de ciências, nas quais os estudantes são incentivados a levantar

hipóteses, testar explicações, analisar dados e construir argumentos científicos. Esse tipo de abordagem contribui para o desenvolvimento do pensamento científico, da autonomia intelectual e da compreensão crítica dos fenômenos naturais.

Dessa forma, a sequência didática configura-se como uma ferramenta pedagógica essencial para o ensino de ciências, pois articula fundamentos teóricos sólidos, organização metodológica e práticas contextualizadas. Ao favorecer a aprendizagem significativa, a interação social e a investigação científica, esse recurso contribui para a formação de estudantes mais críticos, participativos e capazes de compreender a ciência como um conhecimento em construção.

Na articulação de conteúdos de microbiologia e imunologia, a sequência didática permite organizar o ensino de forma progressiva, contextualizada e integrada, favorecendo a compreensão das relações entre microrganismos e os mecanismos de defesa do organismo humano. Ao estruturar o processo de ensino-aprendizagem em etapas planejadas, o professor possibilita que os estudantes construam conhecimentos de maneira significativa, superando a fragmentação comum entre esses dois campos da Biologia.

No caso da sequência didática presente no *e-book* “Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana”, são apresentadas atividades que fazem uso de metodologias ativas, como elaboração de hipóteses, análises de situações-problema, realização de jogos e experimentos que buscam gerar engajamento por parte dos alunos. Além disso, a sequência didática procurou integrar os conteúdos de microbiologia e imunologia por meio da discussão de estratégias de prevenção e controle de doenças, como vacinação, higiene, saneamento básico e uso racional de medicamentos.

Com essa abordagem, pretendeu-se favorecer a aprendizagem significativa, ao relacionar o conhecimento científico com questões de saúde pública e qualidade de vida presentes no cotidiano dos estudantes, permitindo que os conteúdos fossem compreendidos de forma contextualizada e aplicada à realidade social.

4 PERCURSOS METODOLÓGICOS

Foram adotados procedimentos metodológicos organizados em três etapas complementares: realização da análise de três livros didáticos de Biologia, a fim de investigar como os conteúdos de microrganismos e sistema imunológico são abordados no ensino médio; planejamento e produção do *e-book* contendo a proposta da sequência didática investigativa; e avaliação do material quanto às suas contribuições pedagógicas a partir da apreciação de professores vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO/UERN).

4.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se por apresentar uma abordagem quali-quantitativa, uma vez que se propõe a analisar tanto a forma como os conteúdos de microbiologia e sistema imunológico são abordados em livros didáticos do ensino médio, quanto a avaliar as contribuições pedagógicas de um *e-book* que apresenta uma sequência didática voltada para o ensino destes conteúdos. Tal abordagem permite articular a análise de dados descritivos e interpretativos com as apreciações sistematizadas dos participantes da pesquisa, possibilitando uma compreensão mais ampla do objeto investigado.

No que se refere ao enfoque qualitativo, este se justifica pela necessidade de compreender os discursos, percepções e avaliações dos professores participantes da pesquisa, acerca dos desafios do ensino de microbiologia e imunologia e da relevância do recurso desenvolvido. Conforme apontam Lüdke e André (2022), a pesquisa qualitativa valoriza os significados atribuídos pelos sujeitos às suas experiências, aspecto que se alinha aos objetivos desta investigação ao priorizar a interpretação das percepções dos participantes frente à problemática estudada, e ao recurso apresentado. Além disso, a pesquisa envolve procedimentos como análise de conteúdo de três livros didáticos, construção do *e-book* como recurso pedagógico e avaliação deste recurso pelos professores, etapas que demandam interpretação, reflexão crítica e julgamento pedagógico, mais do que medições estritamente numéricas.

Dessa forma, o estudo se insere no campo das pesquisas educacionais, ao buscar compreender como os conteúdos investigados e as metodologias propostas se manifestam no contexto do ensino médio, considerando práticas, interações e desafios próprios da realidade escolar.

4.2 Método de análise dos livros didáticos

Nesta etapa utilizou-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (1995 apud Dominguini; Ortigara, 2010), desenvolvida em três etapas: pré-análise, inferência e interpretação (Dominguini; Ortigara, 2010).

A etapa de pré-análise consiste na organização do material e na elaboração dos indicadores ou categorias para interpretação final. Na inferência, busca-se fazer uma análise das categorias pré-estabelecidas, visando encontrar, por lógica ou dedução, fatores de agrupamento, comparação ou até mesmo diferenciação entre os conteúdos apresentados nos textos. Na interpretação procura-se analisar as categorias com a finalidade de encontrar informações que nos ajudem a responder questionamentos iniciais (Dominguini; Ortigara, 2010).

Para examinar os conteúdos de microbiologia e imunologia presentes nos livros didáticos de Biologia, foi construído um roteiro de análise (Quadro 3), a fim de padronizar os itens que seriam observados em cada exemplar. A escolha dos livros analisados esteve relacionada ao processo de seleção do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) para o Ensino Médio, considerando que os exemplares analisados correspondiam a obras que integravam o conjunto de livros escolhidos pelas escolas para utilização no período investigado. Dessa forma, foram selecionados três exemplares aos quais se teve acesso, buscando contemplar diferentes propostas editoriais presentes entre as obras adotadas pelas instituições de ensino.

A definição desse quantitativo considerou, portanto, a disponibilidade dos exemplares efetivamente selecionados pelas escolas, bem como a necessidade de realizar uma análise aprofundada e sistemática dos conteúdos de microbiologia e imunologia. A análise de três obras possibilitou a comparação entre diferentes abordagens, organização dos conteúdos, recursos didáticos e estratégias de contextualização, mantendo-se, ao mesmo tempo, a viabilidade de uma análise qualitativa detalhada de cada exemplar.

Quadro 3 – Ficha de análise de conteúdos de microbiologia e imunologia em livros de biologia

Categoria de análise	Critérios de avaliação	Opções de resposta
1. Identificação do livro	Título	_____
	Autor(es)	_____

	Editora	_____
	Ano de publicação	_____
	Área do conhecimento	_____
	Série/Ano escolar	_____
2. Estrutura e organização	O livro apresenta um sumário claro e bem estruturado?	( ) Sim ( ) Não
	Os capítulos são organizados de forma lógica e sequencial?	( ) Sim ( ) Não
	Há índice remissivo e glossário?	( ) Sim ( ) Não
3. Conteúdo e abordagem pedagógica	O conteúdo está atualizado e de acordo com a BNCC?	( ) Sim ( ) Não
	A abordagem favorece o pensamento crítico e a contextualização?	( ) Sim ( ) Não
	Há interdisciplinaridade nos temas abordados?	( ) Sim ( ) Não
	Os conceitos de microbiologia e imunologia estão bem representados?	( ) Sim ( ) Não
	Os conceitos são apresentados de forma clara e acessível?	( ) Sim ( ) Não
4. Recursos didáticos e metodológicos	Há propostas de atividades práticas relacionadas aos temas?	( ) Sim ( ) Não
	O material apresenta imagens/gráficos de qualidade para o tema?	( ) Sim ( ) Não
	Há sugestões de uso de tecnologias educacionais?	( ) Sim ( ) Não
	O livro inclui atividades diversificadas (exercícios, casos, experimentos)?	( ) Sim ( ) Não
5. Textos de apoio e contextualização	Contém textos de apoio que contextualizam microbiologia/imunologia?	( ) Sim ( ) Não
	Esses textos promovem compreensão mais ampla dos temas?	( ) Sim ( ) Não
6. Aspectos linguísticos e inclusivos	A linguagem é clara, objetiva e adequada ao público-alvo?	( ) Sim ( ) Não
	O livro contempla diversidade cultural e inclusão social?	( ) Sim ( ) Não
	Há preocupação com acessibilidade (fontes, contraste, recursos digitais)?	( ) Sim ( ) Não
7. Avaliação geral	O livro atende às necessidades pedagógicas da disciplina?	( ) Sim ( ) Não
	Recomenda-se a adoção deste livro?	( ) Sim ( ) Não
Observações finais	Espaço reservado para comentários adicionais	_____ _____ _____

Fonte: Organizado pela autora (2026).

Após preenchimento das fichas foram criados textos contendo as avaliações e interpretações das informações coletadas nos exemplares. A análise do conteúdo

procurou organizar, categorizar e interpretar as informações presentes nos livros didáticos analisados, possibilitando a identificação de potencialidades e limitações relacionadas aos conteúdos de microbiologia e imunologia.

4.3 Produção do *e-book* "Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana"

Para a produção do *e-book* foi utilizada uma abordagem investigativa articulando conteúdos de microbiologia e imunologia para aplicação nas aulas de biologia ou em projetos escolares voltados para saúde humana.

O desenvolvimento do *e-book* envolveu a elaboração de uma sequência didática, que buscasse explorar conteúdos de microbiologia e imunologia de forma integrada e estimulando a participação ativa dos estudantes, o que pode ser desafiador, principalmente com assuntos com conceitos complexos e difíceis de serem visualizados.

As atividades foram organizadas de modo a possibilitar ao professor diferentes estratégias metodológicas para aplicação em sala de aula, considerando tanto aulas expositivas dialogadas quanto práticas investigativas e colaborativas.

Após o planejamento e elaboração dos planos de aulas da sequência didática, foram produzidos os recursos que seriam utilizados na sequência de atividades planejadas, como textos explicativos, situações-problema, *quizzes* interativos, roteiros de prática experimental, slides de aulas e jogos didáticos.

Para a construção visual e organizacional do *e-book*, utilizou-se a plataforma Canva, empregada também na criação de slides e produção dos jogos didáticos presentes como recursos de aulas no material. Além disso, recursos digitais interativos, como *Kahoot* e *Mentimeter*, foram incorporados à proposta metodológica com o intuito de dinamizar as aulas, promover maior interação entre os estudantes e possibilitar momentos de avaliação formativa e revisão de conteúdos.

O *e-book* foi organizado em 4 capítulos da seguinte forma (Quadro 4):

Quadro 4 – Organização estrutural do *e-book*

Capítulo 1 – Do planejamento à prática: a sequência didática no ensino de	**Capítulo 2 – Sequência Didática "Explorando o Mundo Invisível"**	**Capítulo 3 – Recursos Didáticos**	**Capítulo 4 – Textos Complementares e Links para Atividades**
Apresenta os fundamentos teóricos das sequências didáticas e justifica sua utilização no ensino de microbiologia e imunologia.	Descreve detalhadamente a proposta pedagógica, incluindo objetivos, conteúdos, metodologia, avaliação e os cinco momentos da sequência didática.	Reúne todos os materiais necessários para a aplicação da sequência, como situações-problema, relatórios simulados, jogos, fichas e roteiros de atividades.	Disponibiliza textos de aprofundamento e recursos digitais para ampliar as discussões e apoiar o trabalho docente.

Fonte: Organizado pela autora (2026).

A divisão foi realizada dessa forma para proporcionar uma progressão pedagógica coerente, iniciando pela fundamentação teórica, avançando para a proposta de ensino, disponibilizando os materiais de aplicação e finalizando com recursos complementares que favorecem a ampliação dos conhecimentos e a autonomia do professor.

4.4 Contexto e participantes da avaliação do *e-book*

A pesquisa foi realizada no âmbito da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró/RN com o recrutamento de 20 professores de Biologia do ensino médio, em exercício na rede pública de ensino. A seleção considerou como critérios de inclusão a atuação docente no ensino público e a matrícula regular no programa, sendo excluídos os participantes ausentes nos momentos de aplicação dos questionários ou impossibilitados de respondê-los.

O recrutamento dos participantes ocorreu de forma on-line, por meio do aplicativo *WhatsApp,* pelo qual os professores mestrandos receberam o link de acesso ao Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ao *e-book* desenvolvido e ao formulário contendo o questionário de avaliação. Após o aceite do TCLE, os participantes foram convidados a analisar o recurso educacional e a responder ao instrumento de avaliação acerca de suas contribuições pedagógicas.

4.5 Instrumento e análise da avaliação do *e-book*

A avaliação do *e-book* foi realizada por meio da aplicação de um questionário estruturado elaborado na plataforma *Google Forms*, utilizado como instrumento de coleta de dados da pesquisa. O questionário teve como finalidade coletar as percepções dos participantes acerca da qualidade pedagógica, organização, aplicabilidade e potencial do material como recurso de apoio ao ensino de Biologia no ensino médio.

O questionário foi composto por 15 questões, contemplando questões de caráter objetivo e discursivo. As questões fechadas permitiram a obtenção de dados quantitativos, enquanto as questões abertas possibilitaram aos participantes apresentar comentários, justificativas, sugestões e percepções sobre o material avaliado.

As questões foram elaboradas a fim de identificar percepções relacionadas aos possíveis desafios enfrentados pelos professores participantes da pesquisa no ensino dos conteúdos de imunologia e microbiologia no ensino médio, bem como os pontos positivos do *e-book*, possíveis limitações e aspectos que poderiam ser aprimorados.

A análise das respostas foi realizada por meio de uma abordagem quali-quantitativa utilizando a técnica de análise de conteúdo. De forma que questões objetivas do questionário foram analisadas quantitativamente, por meio da organização dos dados em tabelas e gráficos, permitindo visualizar a frequência das respostas e identificar tendências relacionadas à avaliação do material, e as discursivas foram analisadas qualitativamente, utilizando-se a categorização das percepções dos participantes da pesquisa.

As respostas discursivas foram organizadas em categorias temáticas construídas a partir dos elementos recorrentes identificados nos relatos dos participantes da pesquisa, permitindo interpretar tendências, opiniões e contribuições relacionadas ao material educativo.

Para a análise da avaliação do *e-book*, utilizou-se a análise categorial, por se tratar de uma técnica que realiza o desmembramento do texto em unidades de análise, que em seguida serão agrupadas em categorias. Esse processo permite a classificação dos dados,

considerando a frequência de presença ou ausência de elementos de sentido no conteúdo analisado (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021).

As respostas foram exportadas para planilhas eletrônicas e organizadas para análise. Para as respostas das questões fechadas realizou-se uma análise quantitativa descritiva, utilizando frequências absolutas e percentuais para cada item avaliado, e para as respostas das questões abertas realizou-se a análise categorial.

Não foram empregados testes estatísticos inferenciais nem cálculos de média e desvio-padrão, uma vez que o objetivo da pesquisa foi descrever a percepção dos participantes sobre o material didático avaliado.

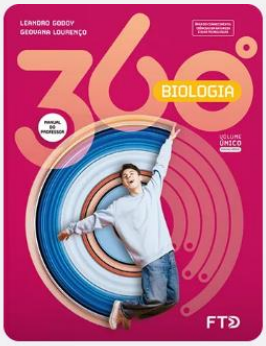
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise dos livros didáticos

Para análise dos conteúdos de microbiologia e imunologia os exemplares de livros didáticos de biologia para o ensino médio selecionados, pertencentem às editoras disponíveis no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) em 2025.

Os livros analisados foram os seguintes (Quadro 5):

Quadro 5 – Identificação e caracterização dos livros didáticos analisados

360° Biologia	Identidade Saraiva	Moderna Plus – Biologia
		
Autores: Godoy; Lourenço	Autores: Gewandsznajder; Pacca	Autores: Amabis e Martho
Editora: FDT	Editora: Saraiva	Editora: Moderna
Ano da edição: 2024	Ano da edição: 2024	Ano da edição: 2024
Série/Nível: Volume único, 1ª a 3ª série do ensino médio	Série/Nível: Volume único, 1ª a 3ª série do ensino médio	Série/Nível: Volume único, 1ª a 3ª série do ensino médio

Fonte: Organizado pela autora (2026).

Os resultados obtidos a partir da análise dos livros didáticos evidenciaram diferentes formas de apresentação dos conteúdos de microbiologia e imunologia. Entre os aspectos observados, destacaram-se diferenças na organização dos conteúdos, na abordagem conceitual, na linguagem utilizada, na contextualização dos temas, na presença de recursos didáticos e nas propostas de atividades. A comparação entre os exemplares permitiu identificar características comuns e particularidades em relação à abordagem desses conteúdos, conforme apresentado nas categorias sintetizadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Critérios e categorias para a análise dos livros didáticos

Categoria de análise	Resumo do que observar
Identificação do livro	Informações gerais da obra, como título, autores, editora, edição, ano de publicação e público-alvo.
Estrutura e organização	Forma como os conteúdos estão distribuídos, sequência dos capítulos, clareza da organização e facilidade de navegação no material.
Conteúdo e abordagem pedagógica	Qualidade dos conteúdos, atualização científica, contextualização e metodologias utilizadas para promover a aprendizagem.
Recursos didáticos e metodológicos	Uso de imagens, gráficos, atividades, experimentos, exercícios, tecnologias e estratégias que auxiliam o ensino.
Textos de apoio e contextualização	Presença de textos complementares, e exemplos do cotidiano.
Aspectos linguísticos e inclusivos	Clareza da linguagem, adequação ao nível dos alunos, acessibilidade, diversidade e inclusão representadas no material.
Avaliação geral	Análise dos pontos positivos, limitações e contribuição do livro para o processo de ensino-aprendizagem.
Observações finais	Espaço para comentários adicionais, sugestões de melhoria e considerações gerais sobre a obra analisada.

Fonte: Organizado pela autora (2026).

5.1.1 Análise do livro Moderna *Plus*

O livro Moderna *Plus* apresenta uma estrutura organizada, com sumário claro e capítulos distribuídos de forma lógica e sequencial. Entretanto, não possui índice remissivo nem glossário, o que pode dificultar a localização rápida de determinados conceitos. Em relação ao conteúdo, encontra-se atualizado e alinhado à BNCC, porém apresenta pouca contextualização e baixa clareza na abordagem dos conceitos, além de não evidenciar interdisciplinaridade.

Os conteúdos de microbiologia estão distribuídos em dois capítulos, inseridos na unidade 2, intitulada biologia dos organismos. No primeiro capítulo, são abordados a classificação biológica, os vírus e as bactérias, acompanhados de textos extras sobre prevenção de doenças, o coronavírus sars-cov-2 e os prejuízos da desinformação. Entre os tópicos tratados, estão: características gerais dos microrganismos, doenças virais, conceitos de epidemias, endemias e pandemias, tratamento e prevenção de doenças virais, estrutura da célula bacteriana, nutrição e reprodução das bactérias, a importância das bactérias para a humanidade, além da apresentação das arqueas. No capítulo seguinte, são abordados os conteúdos de algas, protozoários e fungos, com destaque para um texto sobre o fenômeno da maré vermelha observado no litoral sul de Pernambuco.

Já o conteúdo de imunologia não aparece de forma clara no sumário, sendo incluído no capítulo que aborda os sistemas digestório, respiratório, circulatório e urinário. Para localizá-lo, é necessário acessar diretamente o capítulo, pois não há

indicação explícita no sumário. O tema está inserido na seção sobre o sistema circulatório e é apresentado de forma bastante resumida. São descritos os componentes celulares do sistema imunológico, acompanhado de um texto em destaque sobre a AIDS (Escreva a definição da Sigla AIDS). Por fim, o livro traz uma breve explicação sobre imunizações ativa e passiva, enfatizando a diferença entre vacinas e soros.

Em relação aos recursos didáticos e metodológicos, o livro Moderna *plus* apresenta algumas atividades diversificadas e práticas voltadas à microbiologia, além de imagens e gráficos adequados, porém aborda pouco a imunologia e não sugere o uso de tecnologias educacionais. Nos textos de apoio, observa-se que há contextualizações relacionadas à microbiologia, mas o mesmo não ocorre em relação à imunologia, o que pode atrapalhar uma compreensão mais ampla dos temas.

Entre os livros analisados, o Moderna *plus* destaca-se pela boa abordagem dos conteúdos de microbiologia, embora apresente a imunologia de forma mais superficial e resumida.

5.1.2 Análise do livro 360º Biologia da FDT

O livro 360° Biologia se destaca por apresentar os conteúdos de microbiologia e imunologia de forma clara, acessível e contextualizada. Além disso, oferece opções de exercícios, estudos de caso, experimentos, textos contextualizados e sugestões de tecnologias aplicadas ao ensino, contemplando microbiologia e imunologia, embora não apresente recursos de acessibilidade.

A microbiologia está organizada na unidade 3 do livro, intitulada seres vivos, e diferente do que foi observado no exemplar da Moderna *plus*, que reúne a classificação biológica, vírus e bactérias em um mesmo capítulo, este livro separa a classificação dos seres vivos em uma parte distinta. Os microrganismos estão reunidos em um único capítulo que aborda bactérias, arqueas, protozoários, algas e fungos. O capítulo se inicia explicando o significado do termo microrganismo e traz um trecho de notícia sobre o uso de bactérias na indústria, como forma de contextualização. São trabalhadas as características gerais, a diversidade e a importância ecológica e econômica de cada grupo. Ao final, além das atividades, há a proposta de um experimento sobre conservação de alimentos. Os vírus são tratados em um texto extra intitulado “Vírus, um caso à parte”.

O conteúdo de imunologia aparece claramente indicado no sumário, incluído na unidade 5, intitulado corpo humano e genética, especificamente no capítulo 26, que

aborda o sistema vascular, a imunidade e o sistema urinário. Neste capítulo, são descritos o conceito de imunidade, os tipos de defesa inespecífica e as estratégias de defesa específica, acompanhados de uma imagem que ilustra o combate a um agente invasor. Também são apresentadas as diferenças entre imunidade ativa naturalmente adquirida e artificialmente adquirida, bem como entre imunidade passiva. O capítulo traz ainda o conceito de vacina, ilustrado por um esquema que mostra como as vacinas atuam no organismo, além da explicação sobre soros, citando exemplos como os antiofídicos. Entretanto, não há textos extras, sugestões de experimentos ou atividades práticas relacionadas ao sistema imunológico.

De modo geral, o livro 360° Biologia mostrou-se mais completo em relação à organização e à abordagem pedagógica, apresentando conteúdos claros, contextualizados e bem estruturados.

5.1.3 Análise do livro Identidade saraiva

O livro Identidade saraiva não apresenta muitos detalhes sobre contextualização ou abordagem pedagógica, apresentando poucos recursos práticos e experimentais, além de imagens de menor qualidade, mas traz textos de apoio e sugestões de tecnologias educacionais.

Em termos de aspectos linguísticos e inclusivos, a linguagem utilizada não é totalmente clara, objetiva e adequada ao público-alvo. O livro contempla a diversidade cultural e a inclusão social apenas de forma parcial, principalmente em textos extras, e não apresenta recursos que indiquem preocupação com acessibilidade, como fontes adequadas, contraste ou recursos visuais voltados para pessoas com deficiência.

O conteúdo sobre microrganismos está reunido em um único capítulo, juntamente com a classificação dos seres vivos. A abordagem inicia com os vírus, tratando de suas características gerais e de sua relação com a saúde humana, além de apresentar um texto extra sobre a COVID-19. Em seguida, são trabalhadas as bactérias e as arqueas, destacando suas características e incluindo o tópico sobre bactérias e saúde humana. O livro utiliza o termo “protistas” para introduzir os protozoários, descrevendo suas características e sua relação com a saúde, e posteriormente aborda as algas. Na parte dedicada aos fungos, são descritas suas características gerais e ressaltada a importância ecológica desse grupo.

O sistema imunológico aparece no sumário dentro da unidade 5, intitulada “funcionamento do corpo humano”, no capítulo denominado circulação, excreção e defesa. O texto descreve a composição do sistema imunitário e explica o funcionamento da imunidade inata, citando as células envolvidas nesse processo, acompanhado de uma imagem de macrófagos fagocitando bactérias. Em seguida, apresenta a imunidade adaptativa de forma resumida, trazendo também os conceitos de vacinas e soros, a diferença entre imunidade natural e artificial, ativa e passiva, de modo semelhante ao livro 360° da FDT. Além disso, o material apresenta a classificação das vacinas em primeira, segunda e terceira geração.

O capítulo conta ainda com dois textos extras: um sobre a história da patente do soro antiofídico no Brasil e outro sobre o processo de vacinação, discutindo também as informações falsas que circulam a respeito do tema.

Pode-se concluir que o livro engloba muitos conceitos, porém possui menos recursos didáticos e atividades práticas quando comparado aos demais materiais.

A etapa de análise desses exemplares permitiu levantar potencialidades e limitações presentes nos livros analisados, fornecendo subsídios para a elaboração do *e-book* desenvolvido na pesquisa. A partir dos dados obtidos, foi possível direcionar a construção da sequência didática e de todos os materiais presentes no *e-book*, de modo a contemplar estratégias mais investigativas e contextualizadas, a partir da aplicação de metodologias ativas, contribuindo para o apoio ao planejamento e à prática pedagógica nas aulas de biologia no ensino médio.

5.2 Estrutura do *e-book* “Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana”

O *e-book* foi estruturado para apoiar professores de Biologia que atuam no ensino médio, como um recurso didático alternativo com propostas de atividades que fazem uso de metodologias ativas e de uma abordagem investigativa e contextualizada, a fim de aumentar o engajamento dos estudantes nas aulas e minimizar as dificuldades de aprendizagem referentes a abstração dos conceitos de microbiologia e imunologia.

Segundo Sasseron (2015) o ensino por investigação deve estimular o engajamento dos estudantes nas discussões coletivas, empregando os conhecimentos dos fenômenos naturais na descoberta e resolução de problemas, além de permitir o exercício de práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação, que são próprias da prática científica.

Além disso, o ensino por investigação aproxima a cultura escolar da cultura científica, permitindo que os estudantes compreendam como o conhecimento científico é produzido (SASSERON, 2015).

Nesse sentido, o *e-book* apresenta um texto inicial que contextualiza a relevância de se articular a microbiologia e a imunologia para a compreensão da saúde pública, apontando a necessidade de ferramentas que estimulem o protagonismo dos estudantes. Além do texto inicial o material é constituído por quatro capítulos principais e referências, de forma que o primeiro capítulo traz a fundamentação teórica da obra, com o conceito e a importância da sequência didática aplicada no ensino de ciências. Esse capítulo também detalha como esses conteúdos estão diretamente alinhados às competências e habilidades exigidas pela BNCC.

No segundo capítulo é apresentada a sequência didática planejada para um total estimado de 10 aulas. Nela estão delimitados os objetivos gerais e específicos que guiarão a aprendizagem dos alunos, além dos conteúdos que serão explorados, bem como a metodologia empregada e os recursos didáticos que podem ser utilizados, além da proposta de avaliação (Figura 2 A e B).

Neste mesmo capítulo estão presentes os planos de aula detalhando cada ponto citado para cada momento da sequência de atividades, tudo para possibilitar que os professores tenham total entendimento da metodologia sugerida na sequência (figura 2a e figura 2b).

O planejamento é um ponto importante para a prática pedagógica, em seu trabalho Alves (2018) cita Haydt (2006) e Piletti (2004), para fundamentar a perspectiva de que o planejamento didático-pedagógico é fundamental para orientar o processo de ensino-aprendizagem, pois contribui para a definição de objetivos, organização dos conteúdos, escolha de métodos e superação das dificuldades encontradas no contexto escolar. Ainda na visão da autora o planejamento evita a improvisação, favorece a coerência entre as práticas pedagógicas e possibilita a adequação das atividades às necessidades dos alunos e ao tempo disponível (Alves, 2018).

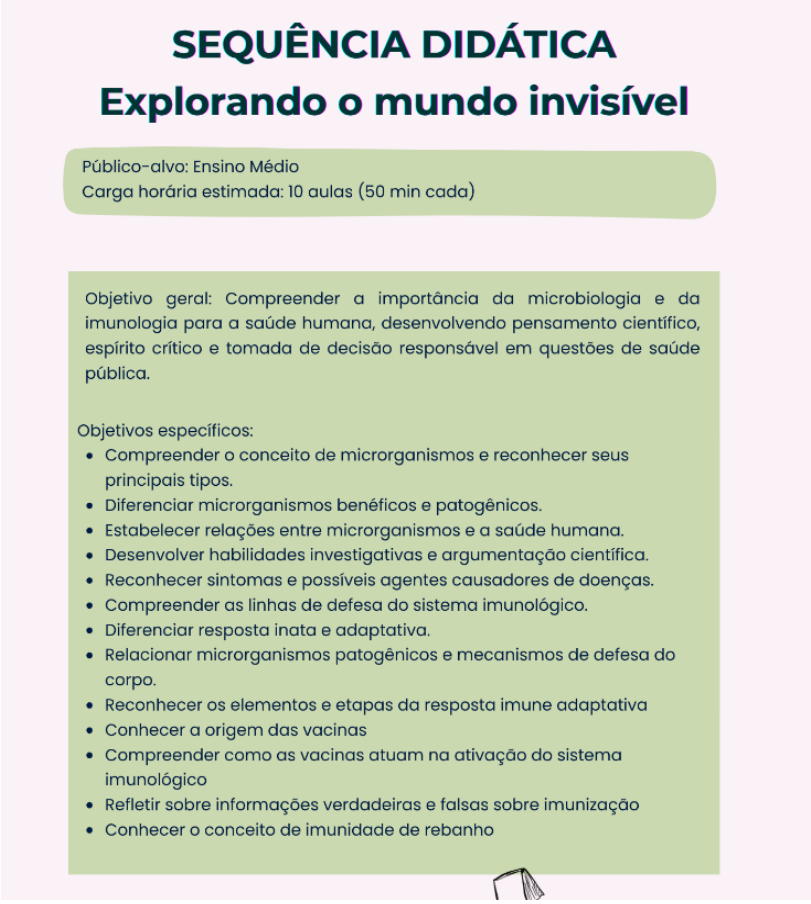
Todavia, um ponto importante a ser considerado é o tempo necessário para o planejamento e a preparação de materiais didáticos adequados. Na realidade das escolas públicas, marcada por rotinas intensas e múltiplas responsabilidades, muitos professores enfrentam dificuldades para realizar esse planejamento de forma plena. A sobrecarga de trabalho e a escassez de recursos acabam limitando o potencial das atividades, mesmo quando há boa intenção e empenho em inovar na prática pedagógica.

Viegas (2011) relata que a sobrecarga diária reduz drasticamente o tempo disponível para planejamento, sendo essa “uma das tarefas que mais pressiona as professoras”. Segundo Viegas (2011, p. 7):

> o planejamento, a organização e a preparação das aulas constituem um dos mais exigentes aspectos da carga de trabalho docente, envolvendo uma série de atividades a serem organizadas de modo a contemplar o curto, médio e o longo prazo. É necessário fazer a adaptação aos interesses e à diversidade de características pessoais dos alunos.

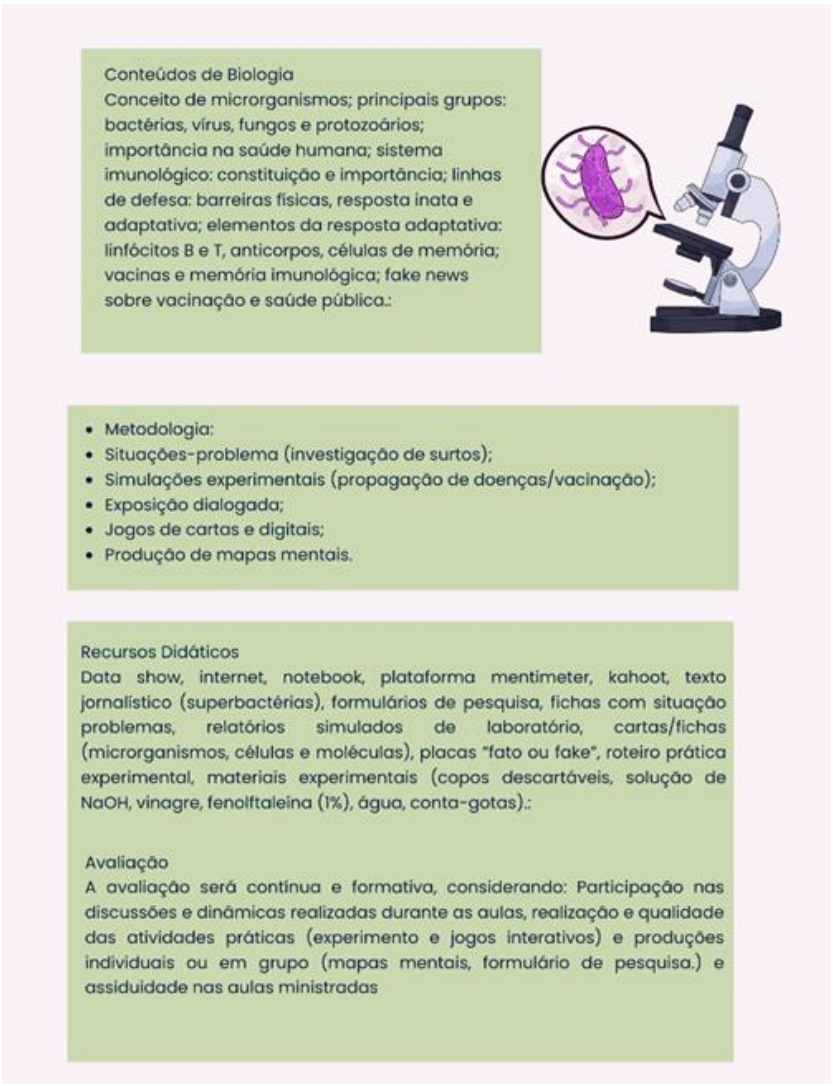
Figura 2 – Planejamento e estrutura da sequência didática "Explorando o mundo invisível” (A) e (B).

A



Fonte: Organizado pela autora (2026). Nota: Em (A) apresentam-se os objetivos cronológicos e pedagógicos; em (B) detalham-se os conteúdos curriculares, recursos dinâmicos e critérios avaliativos propostos.

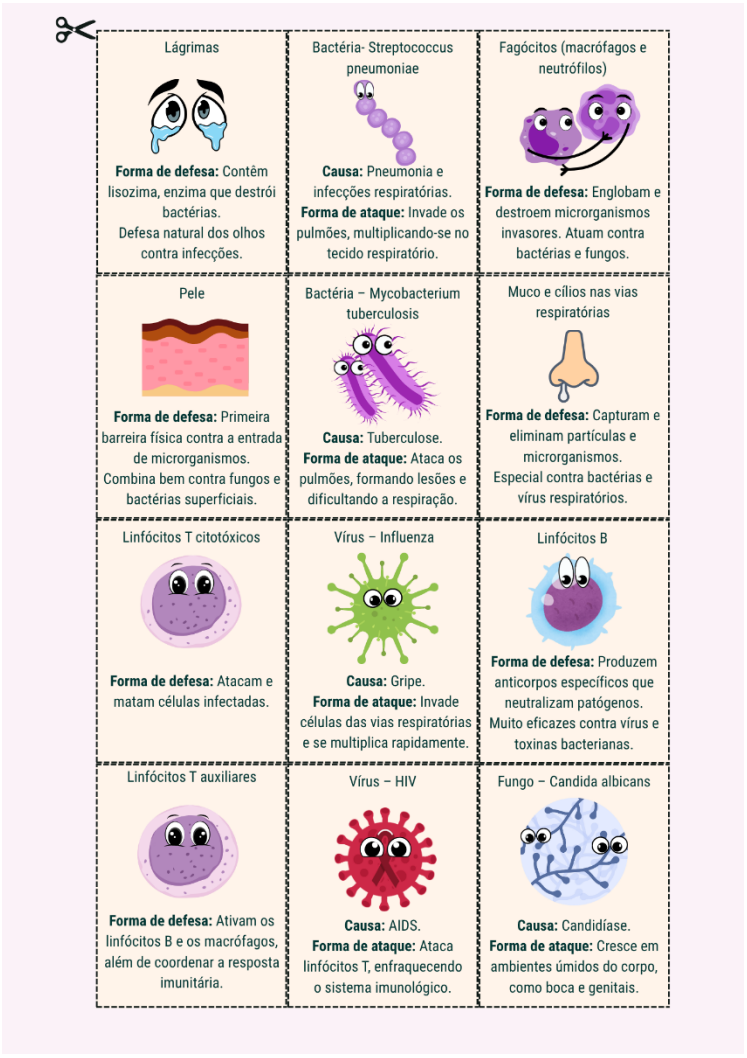
B



Fonte: Organizado pela autora (2026). Nota: Em (A) apresentam-se os objetivos cronológicos e pedagógicos; em (B) detalham-se os conteúdos curriculares, recursos dinâmicos e critérios avaliativos propostos.

De forma que as produções pedagógicas, como o *e-book* proposto, podem facilitar o planejamento dos professores, pois acabam otimizando o tempo de planejamento do professor. Nesse sentido, no terceiro capítulo do *e-book*, estão reunidos os recursos didáticos necessários para a execução das atividades em sala de aula. Os recursos estão organizados de forma cronológica por momentos, trazendo os materiais de apoio para que os professores possam utilizar (Figura 3).

Figura 3 – Modelos de fichas interativas para atividade prática de imunologia e microbiologia presentes no *e-book*



Fonte: Organizado pela autora (2026).

Por fim, o quarto capítulo apresenta textos complementares teóricos para leitura e aprofundamento. Esses textos abordam a diversidade microbiana, o panorama das doenças infecciosas na realidade brasileira, a relação entre a microbiota intestinal e o sistema imune, e o funcionamento das vacinas. O capítulo encerra-se com *links* externos para o acesso às plataformas digitais com recursos para a realização das aulas, enfatizando a importância da inserção das tecnologias na rotina escolar.

O uso de plataformas digitais como o *kahoot* e o *mentimeter* corrobora com a necessidade da inclusão das tecnologias digitais no fazer docente, uma vez que a realidade vivenciada atualmente engloba cada vez mais essas tecnologias na vida na sociedade. Sob essa ótica, Moura (2024) enfatiza alguns pontos referentes a utilização de plataformas digitais na educação como o de promover uma diversificação dos métodos de ensino,

permitindo que os educadores explorem diferentes abordagens pedagógicas, e a interatividade oferecida, que possibilita uma aprendizagem mais dinâmica e participativa, promovendo a construção ativa do conhecimento.

Dessa forma, a organização do *e-book* buscou contemplar estratégias metodológicas, recursos didáticos e ferramentas digitais capazes de auxiliar o professor na construção de práticas pedagógicas mais dinâmicas, contextualizadas e investigativas. Tendo isso em vista, ressalta-se a importância da avaliação dos professores de biologia acerca da relevância, funcionalidade e potencial pedagógico do e-book construído para o ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio.

5.3 Avaliação do e-book "Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana"

O uso da análise de conteúdo foi a estratégia escolhida para a análise dos dados obtidos, tendo em vista o caráter subjetivo das informações coletadas e o perfil inerente à pesquisa na área da educação.

Nesse sentido, Cardoso, Oliveira e Ghelli (2021) destacam:

> A Análise de Conteúdo, enquanto procedimento de pesquisa, desempenha um importante papel nas investigações no campo das pesquisas sociais, já que analisa com profundidade a questão da subjetividade, ao reconhecer a não neutralidade entre pesquisador, objeto de pesquisa e contexto. O que não a descredencia no aspecto da validade e do rigor científicos, já que tem status de metodologia, com princípios e regras bastante sistematizados (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021, p. 100).

Na definição de Laurence Bardin, entre as principais técnicas de análise de conteúdo destacam-se a análise categorial, a análise do discurso, a análise de avaliação, a análise de enunciação, a análise de expressão e a análise das relações (coocorrências e estrutural) (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021).

Antes da análise das percepções dos participantes acerca do *e-book* realizou-se a caracterização dos professores que compuseram a amostra da pesquisa. Para isso, foram coletadas informações relacionadas à idade, ao tempo de atuação docente na área de biologia, ao nível de ensino em que lecionam, bem como à experiência prévia com os conteúdos de microbiologia e imunologia. Esses dados contribuem para uma melhor compreensão das percepções apresentadas pelos avaliadores, uma vez que suas

experiências profissionais e vivências pedagógicas podem influenciar a forma como analisam a relevância, a aplicabilidade e a qualidade do recurso educacional proposto.

5.3.1 Caracterização dos professores participantes da pesquisa

Os dados referentes à caracterização dos professores participantes da pesquisa evidenciaram que a maioria dos profissionais (40%) está na faixa etária de 30 a 39 anos (Tabela 1).

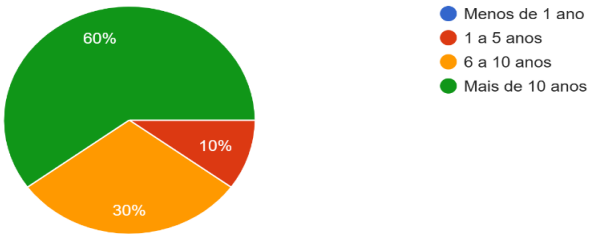
Tabela 1– Distribuição dos professores participantes da pesquisa por faixa etária

IDADE	QUANTITATIVO	PERCENTUAL
20 a 29	**3**	**15%**
30 a 39	**8**	**40%**
40 a 49	**7**	**35%**
50 a 59	**3**	**15%**
Total	**20**	**100%**

Fonte: Organizado pela autora (2026).

De acordo com os resultados (Figura 4) é possível inferir que a maior parte dos professores encontra-se em uma fase intermediária da carreira profissional, combinando experiência acumulada e atuação ativa no contexto educacional, o que pode contribuir para uma compreensão mais ampla das questões abordadas na pesquisa. Isso fica mais claro quando se analisa os resultados acerca do tempo de atuação, onde a maioria dos participantes possui ampla experiência profissional, com 12 atuando como professores de biologia há mais de 10 anos.

Figura 4 – Tempo de atuação na docência de Biologia



Fonte: Organizado pela autora (2026).

A maior parte dos professores atuam no ensino médio regular (17 professores), consequentemente, as percepções analisadas refletem predominantemente a realidade do ensino médio regular (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição dos professores participantes segundo o nível de ensino de atuação

NÍVEL DE ENSINO EM QUE ATUA	QUANTITATIVO	PERCENTUAL
ENSINO MÉDIO	17	85%
ENSINO TÉCNICO INTEGRADO	3	15%
TOTAL	20	100%

Fonte: Organizado pela autora (2026).

Todos os professores respondentes relataram terem abordado os conteúdos de microbiologia e imunologia em suas aulas, assim como a totalidade da amostra relatou ter enfrentado desafios durante o ensino desses temas no ensino médio.

A análise dos dados levanta uma reflexão sobre a trajetória formativa e as condições desses docentes, uma vez que tais dificuldades podem ter raiz na complexidade da constituição da identidade docente e na formação inicial, uma vez que, conforme apontam Batista, Oliveira e Montenegro (2021), o processo de construção dos saberes profissionais do professor de Ciências e Biologia exige uma contínua articulação entre os conhecimentos científicos teóricos e a reflexão crítica sobre a prática escolar, algo que nem sempre é plenamente amparado nos currículos formativos tradicionais.

Segundo Albino (2014, p. 30) “por mais abrangentes que se apresentem os cursos de formação inicial, torna-se impossível a estes abarcar todo o aparato de saberes, práticas e relações exigidas pelo trabalho docente em função da multiplicidade de fatores que o demarcam”. Dessa forma, a formação continuada docente é fundamental para um aprimoramento e superação de possíveis fragilidades que podem ter ficado durante a formação inicial. Para tanto, existe a necessidade de um maior investimento na formação docente e na valorização da carreira do profissional da educação, algo que pode partir do desenvolvimento de políticas públicas educacionais, que possam possibilitar a concretização de mudanças significativas na realidade da educação brasileira.

Ademais, ao longo da atuação profissional, as oportunidades de atualização são escassas e estruturadas de forma fragmentada (Gatti, 2011). Evidencia-se, assim, a

necessidade urgente de se garantir um tempo institucional destinado à reciclagem dos professores em paralelo à sua atuação prática.

Contudo, essa demanda choca-se diretamente com a sobrecarga de trabalho que, nas palavras de Tardif (2014), drena o tempo que seria essencial para o estudo e o aperfeiçoamento profissional, perpetuando o isolamento e as dificuldades pedagógicas no cotidiano escolar.

Segundo Lourencetti (2003) citado por Cândido e colaboradores (2015), as condições de trabalho enfrentadas pelos professores, especialmente a necessidade de atuar em múltiplas escolas devido à baixa remuneração, limitam o tempo destinado ao planejamento pedagógico e à formação continuada. Esse cenário pode dificultar a elaboração de estratégias didáticas mais diversificadas, influenciando diretamente a qualidade do processo de ensino-aprendizagem.

Os autores destacam a importância das universidades desenvolverem e disponibilizarem materiais didáticos alternativos que auxiliem os professores na implementação de práticas pedagógicas mais atrativas e dinâmicas. Além disso, ressaltam a necessidade de ampliar e aperfeiçoar iniciativas dessa natureza, visando contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da microbiologia no ensino médio (Cândido et al., 2015)

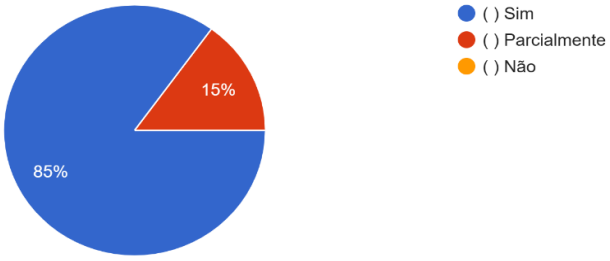
5.3.2 Percepções docentes sobre o *e-book* e a sequência didática

Os resultados mostraram uma aprovação do material didático pelos professores participantes, uma vez que todos consideraram que o *e-book* apresenta uma introdução clara, com objetivos bem definidos e fundamentação teórica adequada ao ensino médio. Os dados sugerem que o material atende aos critérios de clareza e relevância necessários para sua utilização em contextos educacionais, visto que uma transposição didática bem-sucedida exige a reorganização estrutural do saber científico para torná-lo ensinável sem que perca seu rigor conceitual (Chevallard, 1991).

Da mesma forma, os professores avaliaram positivamente a contextualização dos conteúdos de microbiologia e imunologia com sua importância para a saúde humana, o que corrobora com os pressupostos de Santos e Mortimer (2002) , que defendem a abordagem dos conteúdos científicos a partir de seu contexto social , integrando conceitos de saúde humana e doença como temas fundamentais para uma educação científica voltada ao exercício da cidadania.

Ao serem questionados se o *e-book* apresentava potencial atrativo e capacidade de estimular o uso por parte dos professores, 85% avaliaram positivamente o material e consideraram que o material atende parcialmente a esse critério (Figura 5). Nenhum participante indicou resposta negativa. Sendo assim, o e-book apresenta características capazes de despertar o interesse dos docentes e favorecer sua utilização como recurso didático no ensino de microbiologia e imunologia.

Figura 5: Percepção dos participantes com relação a atratividade do e-book.



Fonte: Organizado pela autora (2026).

Em relação à avaliação da sequência didática, todos os professores consideraram que a proposta é coerente e viável para aplicação em sala de aula, demonstrando uma aceitação da estrutura metodológica apresentada. No processo de produção da sequência didática houve a preocupação em atender aos pressupostos de Zabala (1998), que considera as atividades em uma ordem e articuladas aos objetivos educacionais definidos.

Sendo assim, a percepção positiva dos docentes sugere que a proposta apresenta organização lógica e intencionalidade pedagógica, elementos considerados essenciais para a efetividade de uma sequência didática. No que se refere às atividades presentes na sequência didática, 10 docentes classificaram-nas como excelentes, enquanto os outros 10 as avaliaram como boas quanto ao estímulo ao pensamento investigativo e à promoção da aprendizagem ativa dos estudantes. Nenhum participante atribuiu avaliações regulares ou negativas (Tabela 3).

Tabela 3– Avaliação da sequência didática investigativa e das atividades propostas

CRITÉRIO AVALIADO	CATEGORIA	QUANTITATIVO	PERCENTUAL (%)

A PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA É COERENTE E VIÁVEL PARA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA?	SIM	20	100%
	NÃO	0	0%
COMO VOCÊ AVALIARIA AS ATIVIDADES PROPOSTAS EM RELAÇÃO AO ESTÍMULO AO PENSAMENTO INVESTIGATIVO E À POSSIBILIDADE DE APRENDIZAGEM ATIVA DOS ESTUDANTES?	EXCELENTE	10	50%
	BOA	10	50%
	REGULAR	0	0%
	RUIM	0	0%

Fonte: Organizado pela autora (2026).

A sequência didática foi percebida como uma estratégia pedagógica adequada para favorecer o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências investigativas no ensino de microbiologia e imunologia.

Segundo Zabala (1998), as atividades de uma sequência didática devem estar organizadas de forma significativa e funcional para os alunos, considerando seus conhecimentos prévios e promovendo situações de aprendizagem que estimulem a reflexão e a participação ativa.

A fim de obter mais detalhes sobre a avaliação do *e-book* foi solicitado aos professores que apontassem aspectos passíveis de melhoria do produto. A partir da análise das respostas, as sugestões foram agrupadas nas seguintes categorias temáticas: Categoria 1: avaliação positiva do material didático, categoria 2: aspectos gráficos e visuais, categoria 3: adequação metodológica e estrutural e categoria 4: contextualização e aplicabilidade em diferentes realidades escolares.

Nesse sentido as respostas foram organizadas em categorias que agruparam ideias semelhantes, permitindo identificar tendências nas visões dos participantes (Quadro 7).

Quadro 7 – Categorização das percepções e sugestões dos respondentes sobre o *e-book*

CATEGORIAS	Categoria 1: Avaliação positiva do material didático	Categoria 2: Aspectos gráficos e visuais	Categoria 3: Adequação metodológica e estrutural	Categoria 4: Contextualização e aplicabilidade em diferentes realidades escolares
COMENTÁRIOS DOS RESPONDENTES	"O E-book está muito bom." "Nenhuma, o trabalho está excelente com uma linguagem clara, propostas de atividades contextualizadas e imagens que os instigam a aprenderem, gostei muito." "Adorei o material. Não tenho nenhuma sugestão." "Não tenho sugestões. O material está muito bom na perspectiva do ensino por investigação. Promove uma aprendizagem significativa."	"A letra ficou pequena talvez seja porque estou pelo celular." "Inserir mais figuras ilustrativas." "Seria interessante que o ebook tivesse menos texto e mais ilustrações para facilitar a compreensão por parte do professor, tornando-o mais atrativo." "Incluir mais infográficos." "Acho que as imagens poderiam ser um pouco melhoradas." "Eu gostaria de tê-lo também em Power Point para que no dia que não for possível usar ele online ter como fazer	"Talvez, reduzir a quantidade de aulas. Acredito que uma sequência muito extensa pode se tornar cansativa tanto para o professor quanto para os alunos." "A duração total da sequência." "Talvez acrescentaria mais algumas atividades práticas." "Acredito que a aplicabilidade na realidade dos estudantes tornará o material mais atrativo."	"Atrelar ao trabalho algumas sugestões de realidades de escolas que não consigam utilizar as tecnologias."

		em sala de aula." "Acrescentar QR codes para acesso direto aos textos e atividades complementares e uma atividade voltada ou adaptada para inclusão." "Em meio aos textos, inserir mais imagens que reforcem a importância do tema no cotidiano." "Deixar mais ilustrativo."		

Fonte: Organizado pela autora (2026).

A categoria 1 “Avaliação positiva do material didático” foi criada considerando os comentários que expressaram satisfação, aprovação e reconhecimento da qualidade do e-book, o que correspondeu a maioria dos comentários (14 respostas). Já as outras categorias foram criadas a partir de sugestões de melhorias diferentes, sendo que a categoria 2 “Aspectos gráficos e visuais” se refere às sugestões relacionadas à apresentação visual, legibilidade e uso de recursos ilustrativos.

Considerando esses aspectos, Woloszyn e Gonçalves (2018) em seu trabalho ressaltam que a organização visual e a tipografia são componentes essenciais para a qualidade e usabilidade de livros digitais. Segundo as autoras, fatores como a forma das letras, a organização dos parágrafos, a hierarquia visual das informações e a integração entre texto e imagens influenciam diretamente a legibilidade e a compreensão do conteúdo (Woloszyn e Gonçalves, 2018). Dessa forma, as observações relacionadas à melhoria das imagens, dos infográficos e da apresentação visual do e-book evidenciam a importância de um projeto gráfico que favoreça a experiência de leitura.

As categorias 3 “Adequação metodológica e estrutural” e 4 “Contextualização e aplicabilidade em diferentes realidades escolares” contemplam, respectivamente, sugestões voltadas à redução das aulas da sequência didática e à adaptação do material para contextos com limitações de infraestrutura tecnológica. A análise categorial evidencia que a maioria dos participantes apresentou uma avaliação amplamente positiva do e-book, destacando sua organização, clareza da linguagem, contextualização das atividades e potencial para promover a aprendizagem significativa. Já em relação as sugestões de melhoria, estas concentraram-se principalmente nos aspectos gráficos e visuais, especialmente quanto à ampliação do uso de ilustrações e à redução da quantidade de texto, aspectos que podem ser melhorados na versão final do e-book.

Também foram apresentadas recomendações relacionadas à adequação da sequência didática, tais como a redução do número de aulas, a escolha de atividades que contemplem contextos escolares com limitações tecnológicas e a valorização de práticas pedagógicas.

Nesse sentido, as atividades propostas têm a possibilidade de ser aplicadas de forma sequencial ou isolada, uma vez que cada etapa possui um plano de aula com objetivos e conteúdos bem definidos, permitindo a adaptação pelo professor de acordo com suas necessidades.

O material configura-se como uma alternativa para que o docente elabore seu planejamento a partir de metodologias ativas. Isso pode otimizar o seu trabalho, especialmente diante da rotina exaustiva da educação básica, que muitas vezes limita a perspectiva pedagógica do profissional e torna as aulas mecânicas e tradicionais.

Embora apontem caminhos para o aperfeiçoamento do material, as sugestões não comprometem sua avaliação amplamente positiva. Prova disso é que de acordo com os dados coletados, a totalidade dos professores participantes afirmou que recomendaria o e-book a outros professores de biologia.

A recomendação unânime reforça que os avaliadores reconhecem o potencial do e-book produzido como recurso didático para o ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio, por meio de práticas pedagógicas baseadas na investigação científica e na aprendizagem ativa.

Com o objetivo de identificar os aspectos mais bem avaliados do e-book, solicitou-se aos professores que destacassem os elementos que mais lhes chamaram atenção positivamente. As respostas obtidas foram submetidas à análise categorial, resultando na definição de três categorias: Categoria 1: organização didático-

metodológica, categoria 2: atividades e potencial para a aprendizagem e categoria 3: aspectos visuais e atratividade do material (Quadro 8).

Quadro 8 – Categorização das percepções dos professores sobre os pontos fortes do material didático

CATEGORIAS	Categoria 1: Organização didático-metodológica	Categoria 2: Atividades e potencial para a aprendizagem	Categoria 3: Aspectos visuais e atratividade do material
COMENTÁRIOS DOS RESPONDENTES	"A sequência didática para a apresentação do conteúdo." "A organização da prática para o professor." "A sequência metodológica." "O organização e roteiro das atividades investigativas."	"As propostas de atividades que foram feitas de forma contextualizadas." "Além de bastante informações, há sugestões de atividades, inclusive com materiais prontos, tipo as cartas de um jogo." "Facilita para trabalhar esses conteúdos abstratos com os alunos."	"As imagens. Gostei." "É um material bastante atrativo." "As ilustrações e cores." "O material é bem lúdico, chama a atenção dos leitores."

Fonte: Organizado pela autora (2026).

Pode-se perceber nos comentários dos avaliadores que o aspecto mais valorizado foi a organização didático-metodológica do material (10 registros), especialmente a sequência didática, a clareza da estrutura e a orientação fornecida ao professor. Em seguida, destacam-se as atividades e o potencial para promover a aprendizagem (6 registros), evidenciando a relevância das propostas contextualizadas, dos estudos de caso e dos recursos didáticos para facilitar a compreensão dos conteúdos. Por fim, os aspectos visuais e a atratividade do material (4 registros) também foram apontados como diferenciais positivos, demonstrando que imagens, ilustrações, cores e elementos lúdicos contribuem para tornar o e-book mais envolvente e estimulante para seus usuários.

Dessa forma, os resultados indicam que o *e-book* apresenta condições favoráveis para apoiar o ensino de microbiologia e imunologia por meio de abordagens investigativas e metodologias ativas, constituindo-se como uma ferramenta relevante para a prática pedagógica dos professores de biologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise inicial de três livros didáticos revelou um panorama de potencialidades e lacunas estruturais importantes. Embora os materiais apresentem rigor conceitual atualizado e alinhamento formal à BNCC, constatou-se uma fragmentação persistente no ensino de imunologia, frequentemente secundarizada e descontextualizada, além da falta de recursos práticos, experimentais e de inserção de tecnologias digitais que pudessem auxiliar os professores nas suas aulas.

Dessa forma, a elaboração do e-book produzido nesta pesquisa procurou preencher tais limitações por meio de uma sequência didática intencional, interativa e estruturada sob os pressupostos do ensino por investigação.

A caracterização do grupo de professores avaliadores revelou um perfil de profissionais experientes, que atuam majoritariamente no ensino médio regular. Contudo, a unanimidade do grupo em relatar dificuldades e desafios recorrentes para lecionar microbiologia e imunologia acendeu um alerta pedagógico relevante. Os dados permitiram compreender que tais entraves não se limitam à complexidade abstrata inerente aos conceitos biológicos, mas decorrem substancialmente da sobrecarga de trabalho e da escassez de tempo institucional protegido para o planejamento detalhado e para a formação profissional continuada diante da exaustiva rotina da educação básica.

Nesse contexto, a validação do e-book e de sua sequência didática investigativa pelos docentes alcançou resultados altamente satisfatórios. O material foi amplamente aprovado no que tange à sua clareza, rigor na transposição didática, definição de objetivos e adequação linguística ao público-alvo. A inserção de estratégias contextualizadas ligando a microbiologia e a imunologia à saúde pública humana foi avaliada de forma muito positiva, sendo reconhecida como um elemento crucial para conferir significado social ao aprendizado, despertando o protagonismo estudantil.

Como contribuição para o aprimoramento do produto educacional, a análise categorial das percepções docentes apontou valiosas sugestões de melhoria do e-book. As recomendações concentraram-se na otimização de aspectos gráficos e visuais, demandando a ampliação de ilustrações e infográficos em detrimento de textos longos, além do pedido de adaptações metodológicas que contemplassem a flexibilidade da duração das aulas e alternativas de aplicação para escolas com restrições de infraestrutura tecnológica. Tais apontamentos ratificaram o engajamento dos avaliadores com o

aperfeiçoamento do material, culminando na recomendação unânime do e-book por 100% dos participantes para a utilização nas aulas de Biologia.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Giovana Gomes. A representação social de disciplinas didático-pedagógicas no contexto da formação inicial docente: um entremear de saberes. Natal, RN, 2014. 239 f.

ALVES, Milena. Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico: uma revisão de termos e conceitos na área de ensino de ciências. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/88c3df7a-f524-4bf2-8e7e-6980ff6fe28d/content. Acesso em: 24 maio 2026.

ANDRADE, Viviane Abreu de; SILVA, Robson Coutinho. Desafios do ensino de imunologia. In: COUTINHO-SILVA, Robson; PEREIRA, Grazielle Rodrigues; PAULA, Livia Mascarenhas de (org.). Desafios do ensino de ciências na atualidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Espaço Ciência Viva, 2019. p. [s. p.]. ISBN 978-85-64735-03-3.

ARAÚJO, M. Y. et al. Imunologia e saúde ambiental no ensino médio: uma análise crítica da abordagem de arboviroses em livros didáticos de Biologia. Revista Tópicos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 33, p. 1-18, 2026. ISSN 2965-6672.

BANDEIRA, Leonardo Lima et al. Microbiologia na sala de aula: práticas educativas no ensino médio. Conexões: Ciência e Tecnologia, Fortaleza, v. 19, p. 1-9, 2025.

BATISTA, Sebastião do Nascimento; OLIVEIRA, Eliel Souza de; MONTENEGRO, Ana Karla Araújo. A identidade profissional do professor de Ciências e Biologia no Brasil. EDUCA: Revista Multidisciplinar em Educação, Porto Velho, v. 8, p. 1-21, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, [2015].

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 24 maio 2026.

CÂNDIDO, Mirilene dos Santos Casado et al. Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. Ensino, Saúde e Ambiente, v. 8, n. 1, p. 165-182, 2015. Disponível em: https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21199/12671. Acesso em: 25 maio 2026.

CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; GHELLI, Kelma Gomes Mendonça. Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. Cadernos da Fucamp, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 98-111, 2021. Disponível em: https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2347. Acesso em: 24 maio 2026.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHEVALLARD, Yves. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1991. Disponível em: https://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/profesorado/sitios_catedras/902_didactica_general/material/biblioteca_digital/chevallard.pdf. Acesso em: [data de acesso não informada].

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOMINGUINI, Lucas; ORTIGARA, Vidalcir. Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília, DF. Anais [...]. Brasília, DF: XV ENEQ, 2010. p. 1-12. Disponível em: https://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0434-2.pdf. Acesso em: 24 maio 2026.

FONSECA, Romário Duarte et al. Avaliação do conteúdo e da abordagem do tema imunologia nos livros didáticos de Biologia do ensino médio e o possível impacto no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de imunologia nos cursos de ensino superior. 2018.

GATTI, Bernardete Angelina. Formação de professores no Brasil: características e problemas. Educação & Sociedade, Campinas, v. 32, n. 115, p. 421-439, abr./jun. 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2022. 125 p.

MARINI, Ana Laura Maranha et al. O ensino do sistema imunológico no 3º ano do ensino médio na rede pública estadual. 2023.

MELO, Adriana M. M. F. de. Ferramentas didáticas para o ensino da microbiologia e do sistema de defesa humano. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 26, n. 3, jul./set. 2025. ISSN 1518-8361.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

MOURA, Gian Ritter de. Educação digital: o uso de plataformas digitais no processo educacional. 2024. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal do Espírito Santo, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/server/api/core/bitstreams/7ba24456-44db-4277-9a82-bc58357ddf98/content. Acesso em: 24 maio 2026.

MURER, Meirielly de Castro Rosa et al. Concepções e tendências do ensino de Microbiologia na educação brasileira. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11,

n. 15, e365111537349, 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37349. Acesso em: 24 maio 2026.

MURPHY, Kenneth. Imunobiologia de Janeway. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 868 p.

NASCIMENTO, M. S. B. et al. Desafios à prática docente em Biologia: o que dizem os professores do ensino médio. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE, 5., 2015. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2015.

OLIVEIRA, G. Estudo de casos. In: COSTA; OLIVEIRA; CECY (org.). Metodologias ativas: aplicações e vivências em educação farmacêutica. São Paulo: Abenfarbio, 2013.

PANSA, C. C.; MELO, I. S.; SANTOS, S. N. Atividade antimicrobiana de compostos obtidos de fungos endofíticos de plantas da família Combretaceae do semiárido brasileiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2013. Anais [...]. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/967998/atividade-antimicrobiana-de-compostos-obtidos-de-fungos-endofiticos-de-plantas-da-familia-combretaceaes-do-semiarido-brasileiro. Acesso em: 6 jun. 2026.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer. Itinerários formativos de aprofundamento: diretrizes pedagógicas do Ensino Médio Potiguar. Rio Grande do Norte: Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer, 2025.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul./dez. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: [data de acesso não informada].

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 8 jun. 2025.

SOUZA, Pedro Leal de; SCHWANTES, Lavínia. Discussões em torno da história e filosofia da Biologia aplicadas ao ensino de Biologia. Filosofia e História da Biologia, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 93-113, 2022. Disponível em: https://revistas.usp.br/fhb/article/view/fhb-v17-n1-04. Acesso em: 24 maio 2026.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 6, e099220, 2020. Disponível em:

https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/992/506. Acesso em: [data de acesso não informada].

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-44.

VIEGAS, Moacir Fernando. Trabalhando todo o tempo: sobrecarga e intensificação no trabalho de professoras da educação básica. Educação & Pesquisa, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 275-290, maio/ago. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ep/a/7Jx7mQXpBGZp5CLgcW94WHy/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 8 jun. 2025.

WOLOSZYN, Maíra; GONÇALVES, Berenice Santos. Dimensões e fatores de aplicação da tipografia em livros digitais. InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação, v. 15, n. 1, 2018. Disponível em: https://infodesign.emnuvens.com.br/infodesign/article/view/635/365. Acesso em: 6 jun. 2026.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: E-BOOK EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL



SUMÁRIO



APRESENTAÇÃO....3
CAPÍTULO 1- DO PLANEJAMENTO À PRÁTICA: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS....4
O que é uma sequência didática?....5
Uso de sequência didática no ensino de ciências- articulando microrganismos e sistema imune....6
CAPÍTULO 2- SEQUÊNCIA DIDÁTICA EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL....9
CAPÍTULO 3- RECURSOS DIDÁTICOS....21
Atividade investigando surtos infecciosos....22
Atividade jogo das cartas de defesas....32
Atividade resposta adaptativa....34
Atividade fato ou fake sobre vacinas....37
CAPITULO 4- TEXTOS COMPLEMENTARES E LINKS PARA ATIVIDADES....40
TEXTO 1: Diversidade microbiana e relações microrganismo–hospedeiro....41
Texto 2: Doenças infecciosas e prevenção: uma abordagem contextualizada à realidade brasileira....43
Texto 3: A Relação entre a Microbiota Intestinal e o Sistema Imunológico....44
Texto 4: Sistema imunológico: Como o nosso corpo combate invasores e a importância das vacinas....45
Links para atividades....46
REFERÊNCIAS....47

APRESENTAÇÃO



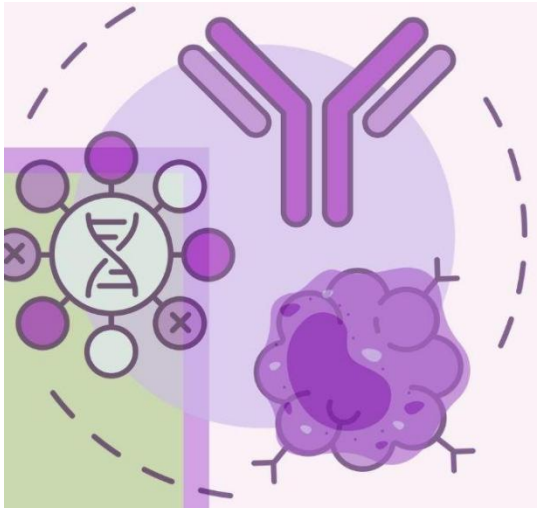
Seja bem-vindo(a) ao e-book Explorando o mundo invisível: microbiologia e imunologia na saúde humana!

Este material foi elaborado para apoiar professores de Biologia no ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio. Essas áreas são fundamentais para a compreensão da saúde humana, pois permitem entender tanto o papel dos microrganismos que podem ser aliados ou causadores de doenças, quanto os mecanismos de defesa do corpo, as vacinas e a prevenção de infecções.

Apesar da relevância do tema, ensinar microbiologia e imunologia ainda é um desafio. Muitos conceitos são complexos e difíceis de visualizar, e a falta de recursos em sala de aula pode tornar o ensino limitado, baseado apenas na memorização. Para superar essas barreiras, torna-se essencial o uso de materiais de apoio e metodologias ativas, que estimulem a participação dos estudantes e tornem a aprendizagem mais significativa.

Com esse objetivo, o e-book apresenta uma sequência didática investigativa, articulando conteúdos de microbiologia e imunologia com a saúde humana. O material também traz propostas de atividades práticas, e recursos complementares que podem ser utilizados tanto em aulas regulares quanto no planejamento de disciplinas eletivas ou projetos escolares voltados para a saúde.

Mais do que um guia de conteúdos, este material busca ser um recurso prático e inspirador, capaz de tornar as aulas mais dinâmicas, contextualizadas e próximas do cotidiano dos estudantes.



Capítulo 1

Do planejamento à prática: A sequência didática no ensino de ciências

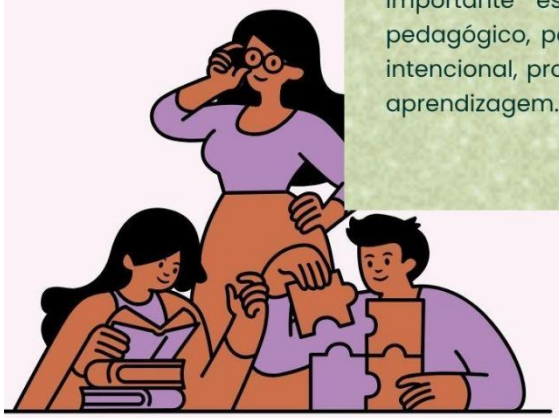
O QUE É UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA?

De acordo com Zabala (1998), a sequência didática pode ser compreendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, planejadas com a finalidade de promover aprendizagens significativas. Essa organização pressupõe uma lógica interna, na qual cada etapa contribui para o avanço do estudante em relação aos conhecimentos, habilidades e atitudes pretendidas.



Do ponto de vista teórico, a fundamentação das sequências didáticas dialoga diretamente com a teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003). Para esse autor, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando novos conhecimentos se relacionam de forma substantiva e não arbitrária aos saberes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Nesse sentido, a sequência didática permite organizar os conteúdos do mais simples ao mais complexo, respeitando os conhecimentos prévios e favorecendo a construção de novos significados.

A sequência didática constitui-se como uma importante estratégia de organização do trabalho pedagógico, pois permite estruturar o ensino de forma intencional, progressiva e coerente com os objetivos de aprendizagem.

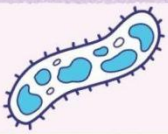


USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS- ARTICULANDO MICRORGANISMOS E SISTEMA IMUNE

No ensino de ciências, a aplicação da sequência didática ganha ainda mais relevância quando articulada a abordagens investigativas e problematizadoras. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem o ensino de ciências a partir da problematização da realidade, estruturado nos chamados três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Essa proposta dialoga diretamente com a lógica das sequências didáticas, pois organiza o ensino a partir de situações significativas, contextualizadas e socialmente relevantes.

Da mesma forma, Carvalho (2013) destaca a importância das sequências didáticas investigativas no ensino de ciências, nas quais os estudantes são incentivados a levantar hipóteses, testar explicações, analisar dados e construir argumentos científicos. Esse tipo de abordagem contribui para o desenvolvimento do pensamento científico, da autonomia intelectual e da compreensão crítica dos fenômenos naturais.

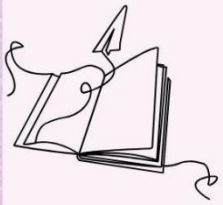
Ciências



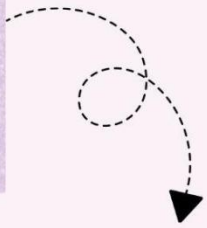
Dessa forma, a sequência didática configura-se como uma ferramenta pedagógica essencial para o ensino de ciências, pois articula fundamentos teóricos sólidos, organização metodológica e práticas contextualizadas. Ao favorecer a aprendizagem significativa, a interação social e a investigação científica, esse recurso contribui para a formação de estudantes mais críticos, participativos e capazes de compreender a ciência como um conhecimento em construção.

Na articulação de conteúdos de microbiologia e imunologia a sequência didática permite organizar o ensino de forma progressiva, contextualizada e integrada, favorecendo a compreensão das relações entre microrganismos e os mecanismos de defesa do organismo humano. Ao estruturar o processo de ensino-aprendizagem em etapas planejadas, o professor possibilita que os estudantes construam conhecimentos de maneira significativa, superando a fragmentação comum entre esses dois campos da Biologia.

No caso da sequência didática presente no e-book são apresentadas atividades como elaboração de hipóteses analises de situação-problema, como a ocorrência de um surto infeccioso, que geram engajamento por parte dos alunos através de uma problematização inicial permite mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre microrganismos, doenças e formas de prevenção, criando um contexto real e significativo para o estudo.



A articulação com a imunologia ocorre de forma natural ao introduzir o estudo dos mecanismos de defesa do organismo frente à ação dos microrganismos. A partir do conhecimento sobre os agentes infecciosos, os estudantes passam a compreender como o sistema imunológico atua, abordando conceitos como barreiras físicas e químicas, resposta imune inata e adaptativa, produção de anticorpos e memória imunológica.



A sequência didática também possibilita integrar os conteúdos de microbiologia e imunologia por meio da discussão de estratégias de prevenção e controle de doenças, como vacinação, higiene, saneamento básico e uso racional de medicamentos. Essa abordagem favorece o desenvolvimento de uma visão crítica e cidadã, ao relacionar o conhecimento científico com questões de saúde pública e qualidade de vida.

Sendo assim, a proposta apresentada neste e-book ao utilizar a sequência didática para articular microbiologia e imunologia contribui para um ensino mais integrado, significativo e contextualizado. Ao compreender a relação entre microrganismos e o sistema imunológico, os estudantes desenvolvem não apenas conhecimentos científicos, mas também atitudes responsáveis em relação à saúde individual e coletiva.

microbiologia imunologia





De acordo com a BNCC, o ensino de Ciências e Biologia deve favorecer a análise de fenômenos relacionados à saúde, à prevenção de doenças e à relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, o estudo dos microrganismos e de seus principais grupos permite que os estudantes compreendam a diversidade da vida microscópica e suas relações com os seres humanos e com o ambiente, desenvolvendo habilidades relacionadas à investigação científica, análise de informações e construção de explicações baseadas em evidências.

A abordagem do sistema imunológico e de suas linhas de defesa, incluindo barreiras físicas, resposta imune inata e adaptativa, possibilita aos estudantes compreender os mecanismos de defesa do organismo frente aos agentes infecciosos. Esse conhecimento contribui para o desenvolvimento de habilidades previstas na BNCC que envolvem interpretar processos biológicos, relacionar diferentes sistemas do corpo humano e compreender estratégias de prevenção de doenças, como vacinação e práticas de higiene.





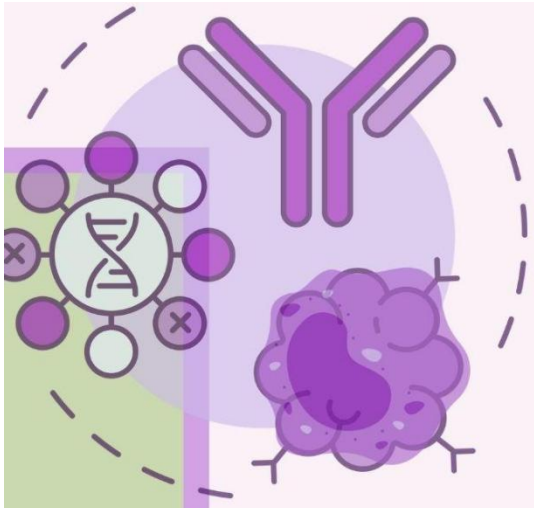




O aprofundamento nos elementos da resposta imunológica adaptativa, como linfócitos B e T, anticorpos e células de memória, permite explicar o funcionamento das vacinas e o processo de memória imunológica, favorecendo a compreensão de como a ciência contribui para a melhoria da qualidade de vida e para a proteção da saúde coletiva. Essa discussão também possibilita articular conhecimentos científicos com situações reais do cotidiano, promovendo uma aprendizagem significativa.

Além disso, a inclusão da temática fake news sobre vacinação e saúde pública atende às orientações da BNCC relacionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico e da argumentação científica. Ao analisar informações divulgadas em diferentes meios de comunicação, os estudantes são incentivados a avaliar a confiabilidade das fontes, identificar desinformação e utilizar conhecimentos científicos para fundamentar suas opiniões e decisões.

Dessa forma, a seleção desses conteúdos contribui para o desenvolvimento de habilidades previstas na BNCC relacionadas à investigação científica, análise crítica de informações, compreensão do funcionamento do corpo humano e promoção da saúde individual e coletiva, favorecendo um ensino contextualizado e alinhado às demandas sociais contemporâneas.



Capítulo 2

SEQUÊNCIA DIDÁTICA
Explorando o mundo invisível

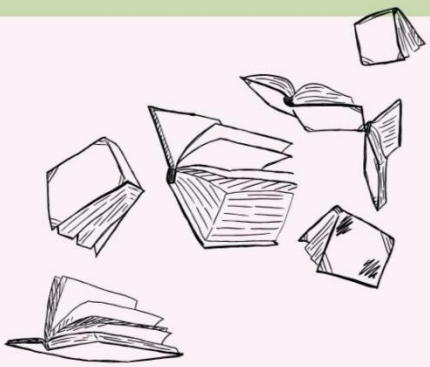
SEQUÊNCIA DIDÁTICA
Explorando o mundo invisível

Público-alvo: Ensino Médio
Carga horária estimada: 10 aulas (50 min cada)

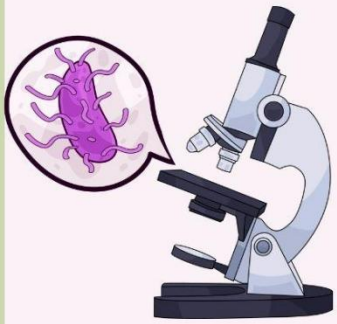
Objetivo geral: Compreender a importância da microbiologia e da imunologia para a saúde humana, desenvolvendo pensamento científico, espírito crítico e tomada de decisão responsável em questões de saúde pública.

Objetivos específicos:

- Compreender o conceito de microrganismos e reconhecer seus principais tipos.
- Diferenciar microrganismos benéficos e patogênicos.
- Estabelecer relações entre microrganismos e a saúde humana.
- Desenvolver habilidades investigativas e argumentação científica.
- Reconhecer sintomas e possíveis agentes causadores de doenças.
- Compreender as linhas de defesa do sistema imunológico.
- Diferenciar resposta inata e adaptativa.
- Relacionar microrganismos patogênicos e mecanismos de defesa do corpo.
- Reconhecer os elementos e etapas da resposta imune adaptativa
- Conhecer a origem das vacinas
- Compreender como as vacinas atuam na ativação do sistema imunológico
- Refletir sobre informações verdadeiras e falsas sobre imunização
- Conhecer o conceito de imunidade de rebanho



Conteúdos de Biologia
Conceito de microrganismos; principais grupos: bactérias, vírus, fungos e protozoários; importância na saúde humana; sistema imunológico: constituição e importância; linhas de defesa: barreiras físicas, resposta inata e adaptativa; elementos da resposta adaptativa: linfócitos B e T, anticorpos, células de memória; vacinas e memória imunológica; fake news sobre vacinação e saúde pública.:



- Metodologia:
- Situações-problema (investigação de surtos);
- Simulações experimentais (propagação de doenças/vacinação);
- Exposição dialogada;
- Jogos de cartas e digitais;
- Produção de mapas mentais.

Recursos Didáticos
Data show, internet, notebook, plataforma mentimeter, kahoot, texto jornalístico (superbactérias), formulários de pesquisa, fichas com situação problemas, relatórios simulados de laboratório, cartas/fichas (microrganismos, células e moléculas), placas "fato ou fake", roteiro prática experimental, materiais experimentais (copos descartáveis, solução de NaOH, vinagre, fenolftaleína (1%), água, conta-gotas).:

Avaliação
A avaliação será contínua e formativa, considerando: Participação nas discussões e dinâmicas realizadas durante as aulas, realização e qualidade das atividades práticas (experimento e jogos interativos) e produções individuais ou em grupo (mapas mentais, formulário de pesquisa.) e assiduidade nas aulas ministradas

Planos de aulas

1º momento (2 aulas)- Você sabe o que são microrganismos?

Objetivos:

· Compreender o conceito de microrganismos e reconhecer seus principais tipos.
· Diferenciar microrganismos benéficos e patogênicos.
· Estabelecer relações entre microrganismos e a saúde humana.

Recursos:

Texto jornalístico (superbactérias)
projetor/internet
Mentimeter
folhas/cartolinas para mapas mentais

Metodologia:

Momento inicial (leitura e diálogo):
Iniciar a aula com a leitura do texto: "Ameaça à saúde global: "Superbactéria" mortal resistente a antibióticos se espalha na Malásia".
O professor guia a discussão levantando os seguintes questionamentos: o que são microrganismos? Todos são ruins? O professor pode citar exemplos de benefícios dos microrganismos como o uso na indústria alimentícia (produção de pão, iogurte e queijo).



12

Dinâmica da nuvem de palavras (Mentimeter):

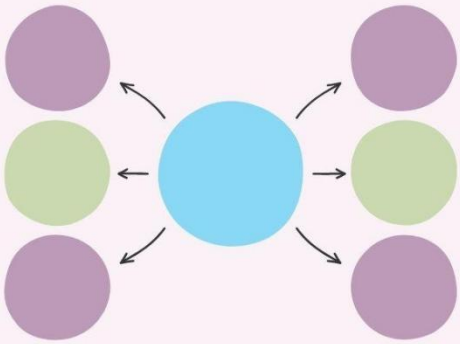
Para esse momento o professor utilizando data show e notebook apresenta um qr code onde os alunos irão ler utilizando o celular e acessar o aplicativo mentimeter onde devem inserir três palavras associadas aos microrganismos. O resultado da nuvem de palavras será projetada.
O professor usa a nuvem de palavras como base para breve explicação sobre características gerais e principais tipos (vírus, bactérias, protozoários, fungos).

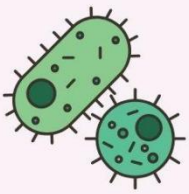


Produção individual (mapa mental):

Cada aluno escolhe um grupo de microrganismos e produz mapa mental contendo: características, classificação, ciclo reprodutivo e doenças.
O produto será utilizado na aula seguinte.







13

2º momento (2 aulas) – Investigando surtos infecciosos

Objetivos:
· Desenvolver habilidades investigativas e argumentação científica.
· Reconhecer sintomas e possíveis agentes causadores de doenças.
Recursos:
Fichas de situações-problema
relatórios laboratoriais simulados
mapas mentais produzidos no primeiro encontro.

Metodologia:

Os estudantes se organizam em grupos e assumem o papel de técnicos da Secretaria de Saúde e conduzem uma investigação envolvendo duas situações problemas.
Na primeira situação, o foco é um surto com 42 casos de pessoas com febre, vômitos e diarreia, possivelmente relacionado ao consumo de água de poço. Na segunda situação, a investigação concentrou-se em 18 alunos com sintomas compatíveis com arboviroses (dengue, Zika ou Chikungunya), após chuvas intensas.
O professor orienta os grupos a formular hipóteses iniciais, desenvolver o caminho metodológico e experimental para testar suas hipóteses, e relatar os resultados e conclusão.





MÉTODO
científico

Para auxilia-los na resolução dos problemas os estudantes recebem fichas indicando as amostras biológicas (água, sangue e fezes), que podem ser coletadas para investigação e um relatório laboratorial simulando a análise das amostras e indicando os prováveis microrganismos patogênicos.

Para ter acesso a esses materiais os grupos responderam questões feitas pelo professor sobre as características gerais dos microrganismos e diferenças entre os vírus, bateristas, fungos e protozoários, além de sua relevância ecológica, e econômica e na saúde humana. Ao acertarem a questão os grupos têm acesso aos materiais que irão auxiliar na investigação. Se errarem eles podem consultar os mapas mentais produzidos na aula anterior na segunda chance.

Como produto final, cada grupo deve preencher o relatório de pesquisa entregue pelo professor cujo modelo se encontra no capítulo das atividades. No final, os grupos devem apresentar seus relatórios e o professor atua mediando aa discussões e corrigindo possíveis erros conceituais que aparecerem.



3º momento (2 aulas) – Sistema imunológico

Objetivos:
· Compreender as linhas de defesa do sistema imunológico.
· Diferenciar resposta inata e adaptativa.
· Relacionar microrganismos patogênicos e mecanismos de defesa do corpo.

Recursos:
Slides/infográficos
cartas do jogo de defesa.

Metodologia:

Momento inicial:
A aula inicia com a seguinte questão disparadora: "Como nosso corpo se protege contra os microrganismos patogênicos?" O professor organiza as hipóteses dos estudantes no quadro.

Exposição dialogada:
O professor faz uma explicação com apoio visual (slides, infográfico ou quadro), abordando os órgãos que envolvem o sistema imunológico e as linhas de defesa do organismo, destacando exemplos práticos como a cicatrização, febre durante infecção e vacinação..

Atividade jogo das cartas de defesa:

Organizados em grupos os estudantes recebem cartas com microrganismos patogênicos (bactéria, vírus, fungo) e outras com defesas do organismo (pele, lágrimas, fagócitos, anticorpos, linfócitos T, etc.). Eles precisam combinar a carta do microrganismo com a defesa correspondente.
Coletivamente com a mediação do professor a turma discute qual seria a "linha de defesa" acionada em cada situação.



4º momento (2 aulas) – Resposta imune adaptativa

Objetivos:
·Reconhecer os elementos e etapas da resposta imune adaptativa.

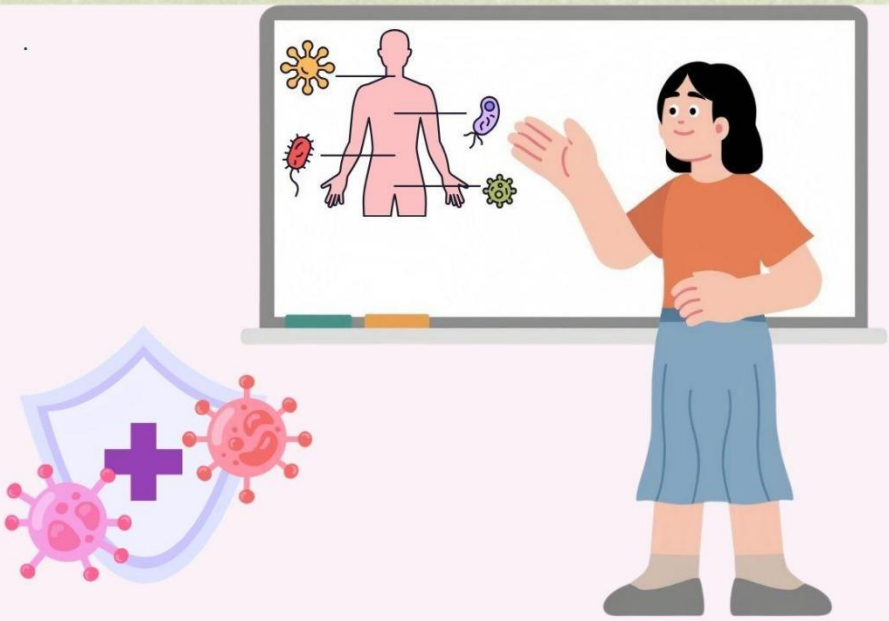
Recursos:
Cartas/fichas de células e moléculas
slides
estudo de caso
Kahoot

Metodologia:

Dinâmica inicial:
O professor deve orientar os estudantes a se dividir em grupos, e entregar as fichas com funções de células e moléculas do sistema adaptativo.
Cada grupo deve relacionar as funções em ordem de ação e compartilhar sua sequência com a turma.

Exposição dialogada:
Após a dinâmica inicial o professor realiza uma exposição sobre as características da resposta adaptativa, o papel de linfócitos B, T auxiliares e T citotóxicos, células de memória, e como a vacinação como forma de estimular a memória imunológica.

.



17

Estudo de caso:

O professor realiza a exposição do seguinte caso: Uma pessoa vacinada contra o tétano há 10 anos cortou-se com um objeto enferrujado. O médico recomenda um reforço da vacina. Se o corpo já tinha memória imunológica, por que o reforço é necessário?

Em duplas os estudantes devem discutir e socializar suas hipóteses com fechamento da discussão pelo professor apresentando a conclusão de que a memória imunológica pode enfraquecer com o tempo, e o reforço mantém a proteção.



Quiz Kahoot:

Para encerrar a aula, o professor promove um quiz interativo no Kahoot, com questões rápidas e objetivas sobre os principais conceitos trabalhados: anticorpos, resposta imune primária e secundária, atuação dos linfócitos T e importância das vacinas. Essa atividade tem como objetivo revisar os conteúdos, verificar a aprendizagem de forma lúdica e estimular a participação ativa dos estudantes, consolidando os conhecimentos discutidos durante a aula.



Kahoot

5º momento (2 aulas) – Vacinar, por quê? Para quê?

Objetivos:
·Conhecer a origem das vacinas
·Compreender como as vacinas atuam na ativação do sistema imunológico
·Refletir sobre informações verdadeiras e falsas sobre imunização.
Conhecer o conceito de imunidade de rebanho

Recursos:
Slides com afirmações sobre as vacinas
placas contendo "fato ou fake"
materiais para experimento (copos, solução NaOH, vinagre, água, fenolftaleína).

Metodologia:

Dinâmica inicial (fato ou fake):
No início da aula, o professor projeta slides com diferentes afirmações sobre vacinas. Em grupos, os estudantes devem discutir cada afirmação e decidir se acreditam que a informação é verdadeira ou falsa.
Para responder, utilizam placas indicativas, posicionando-as no lado correspondente a fato ou fake. Essa dinâmica desperta o interesse inicial e ajuda a identificar concepções prévias sobre o tema.
Exposição dialogada:
Após a dinâmica, o professor realiza uma exposição teórica sobre a origem das vacinas e como elas atuam na ativação do sistema imunológico.

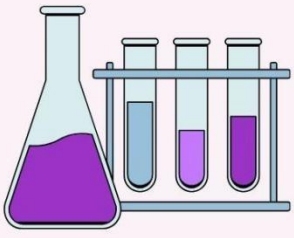






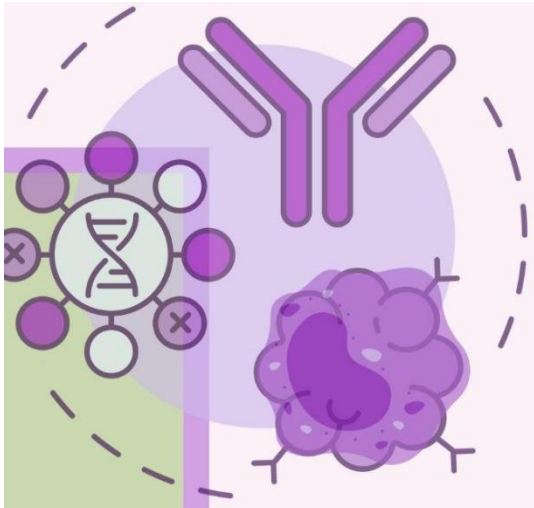
Simulação da vacinação e imunidade de rebanho:
Os estudantes participam de uma atividade prática que representa a transmissão de uma doença e a importância da imunização.
No experimento, o hidróxido de sódio (NaOH) é utilizado por ser uma base forte. Ao adiciona a fenolftaleína (um indicador de pH), ocorre a mudança de cor da solução para rosa nos copos que tem hidróxido de sódio diluído em água, enquanto nos copos que contem vinagre a solução permanece incolor.
Essa mudança de cor é utilizada como uma analogia biológica, em que os copos que ficaram rosas simbolizam os indivíduos "infectados", e os que permaneceram incolores representam os indivíduos "não infectados". ao compartilhar o líquido colorido com os copos incolores, a solução não muda de cor indicando indivíduos "vacinados".

Fechamento:
Reflexão coletiva: "Vacinar é um ato individual ou coletivo?"
O professor conduz uma breve discussão final destacando a importância da vacinação não apenas para a proteção individual, mas também para a saúde pública.









Capítulo 3

Recursos didáticos

Recursos 2° momento: atividade investigando surtos infecciosos

- Fichas de situações-problema
- Formulário de pesquisa
- Relatórios laboratoriais simulados
- Fichas de amostras ambientais



SITUAÇÃO-PROBLEMA: SURTO DE MAL-ESTAR



Contexto:
A pequena comunidade de Arnóbio Abreu, localizada na zona rural, tem registrado um número crescente de casos de febre alta, vômitos, diarreia e mal-estar generalizado nos últimos sete dias. Ao todo, 42 pessoas já procuraram a Unidade Básica de Saúde com sintomas semelhantes. A maioria dos pacientes são moradores da mesma rua e relatam consumir água de poço artesanal.
A Secretaria Municipal de Saúde organizou uma força-tarefa para investigar o caso. Como biólogos recém-integrados à equipe técnica, vocês foram designados para coletar amostras, identificar o microrganismo causador da doença, relatar o possível modo de transmissão e recomendar medidas de controle e tratamento.

Orientações: Vocês devem preencher o formulário de pesquisa, que será enviado à Secretaria de Saúde e servirá de base para o plano de ação do município. No relatório, devem conter:
1- Hipótese Inicial: a) Qual o possível agente causador do surto? b) Quais pistas (sintomas, fontes de contaminação) apoiam essa hipótese?
2- Coleta e Análise de Amostras: a) Que tipos de amostras devem ser coletadas (água, fezes, sangue)?
b) Quais métodos laboratoriais podem ser usados para identificar o microrganismo?
3- Identificação do Microrganismo: a) Com base nos dados laboratoriais fornecidos, identifiquem o agente etiológico da doença.
4- Proposta de Tratamento e Controle:
a) Quais medidas devem ser adotadas para tratar os infectados?
b) Que ações coletivas devem ser tomadas para interromper a cadeia de transmissão?
c) Como prevenir novos surtos?

SITUAÇÃO-PROBLEMA: O SURTO DE ARBOVIROSES NA ESCOLA



Contexto:
Nos últimos 10 dias, a Escola Municipal do Porto, registrou um aumento repentino de alunos com os seguintes sintomas: febre alta, dor de cabeça, manchas vermelhas na pele e dores musculares intensas. Alguns apresentaram também sensibilidade à luz e sangramento leve no nariz e gengiva.
A Secretaria Municipal de Saúde foi acionada após a notificação de 18 casos suspeitos em apenas uma semana. Com base nos sintomas e histórico recente de chuvas intensas e acúmulo de água parada na região, suspeita-se de um surto de doenças como dengue, zika ou chikungunya.
Atuando como agentes Biólogos da Secretaria Municipal de Saúde vocês foram encarregados a Investigar o agente causador do surto com base dos dados coletados, estabelecer o caminho de transmissão, e sugerir medidas de contenção e controle.

Orientações: Vocês devem preencher o formulário de pesquisa que será enviado à Secretaria de Saúde e servirá de base para o plano de ação do município. No relatório, devem conter:
1- Hipótese Inicial: a) Qual o possível agente causador do surto? b) Quais pistas (sintomas, fontes de contaminação) apoiam essa hipótese?
2- Coleta e Análise de Amostras: a) Que tipos de amostras devem ser coletadas (água, fezes, sangue)?
b) Quais métodos laboratoriais podem ser usados para identificar o microrganismo?
3- Com base nos dados laboratoriais fornecidos, identifiquem o agente etiológico da doença.
4- Proposta de Tratamento e Controle:
a) Quais medidas devem ser adotadas para tratar os infectados?
b) Que ações coletivas devem ser tomadas para interromper a cadeia de transmissão?
c) Como prevenir novos surtos?

FORMULÁRIO DE PESQUISA



MEMBROS DO GRUPO

1. HIPÓTESE INICIAL:

2. COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS:

3. RESULTADOS:

4. CONCLUSÕES:

5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO:

Relatório de Laboratório



Amostras analisadas

Amostra 1: Água do poço comunitário
Amostra 2: Fezes de 5 pacientes
Amostra 3: Sangue de 3 pacientes

Resultados laboratoriais:

Amostra 1

- pH: 6,5
- Presença de coliformes fecais: POSITIVO
- Cultura em meio MacConkey: crescimento abundante de colônias vermelho-arroxeadas → compatível com E. coli

Teste PCR: presença confirmada de Escherichia coli

Amostra 2

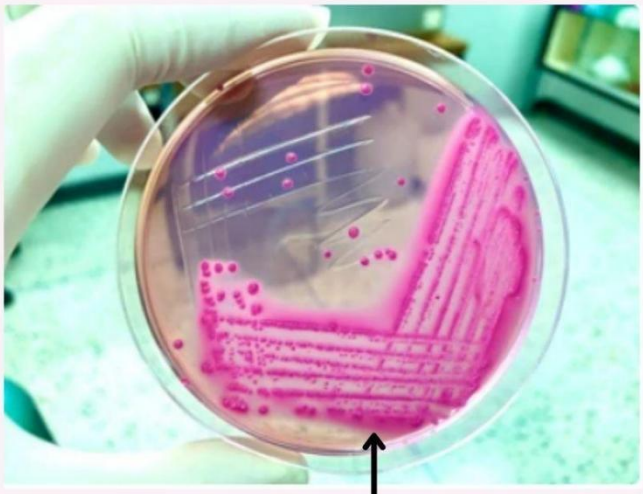
- Exame parasitológico: Negativo
- Cultura bacteriana: Presença de E. coli O157:H7 em todas as amostras

Amostra 3

Técnicos de laboratório: Karina Castro | Leandro Prado | Débora Farias | Cláudio Almeida

Relatório de Laboratório

Resultado Cultura em Ágar MacConkey:



Cultura bacteriana: Presença de E. coli O157:H7

Técnicos de laboratório: Karina Castro | Leandro Prado | Débora Farias | Cláudio Almeida

Relatório de Laboratório



Amostras analisadas

Amostra: Sangue de 6 pacientes

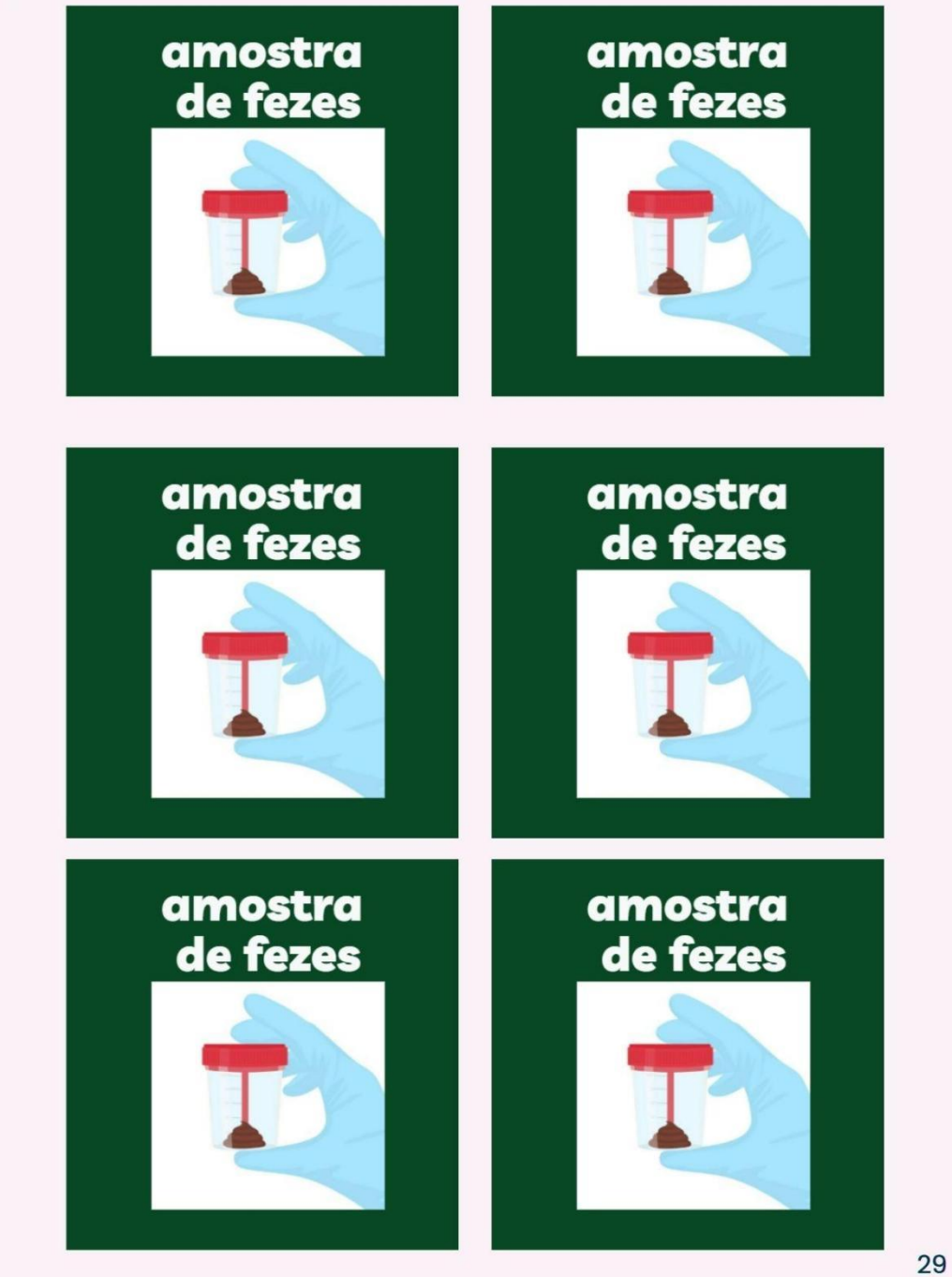
Resultados laboratoriais:

Amostra sangue

Paciente	RT-PCR Dengue	RT-PCR Zika	RT-PCR Chikungunya	leucócitos	Plaquetas	Observações
A	Positivo	Negativo	Negativo	3.000/mm³	95.000	Febre e dor muscular
B	Positivo	Negativo	Negativo	3.500/mm³	88.000	Manchas vermelhas
C	Positivo	Negativo	Negativo	2.900/mm³	80.000	Sangramento leve
D	Positivo	Negativo	Negativo	3.200/mm³	75.000	Fotofobia
E	Positivo	Negativo	Negativo	3.100/mm³	82.000	Náuseas
F	Positivo	Negativo	Negativo	2.800/mm³	70.000	Dor atrás dos olhos

*** Valor de referência para plaquetas no sangue é de 150.000 a 450.000 por microlitro (150 a 450 x 10^9 por litro).**

***Valores de referência em adultos para leucócitos no sangue (glóbulos brancos):**
Normal: 4.000 a 11.000 leucócitos/mm³ (ou células/µL).
Leucocitose (aumento): Acima de 11.000 leucócitos/mm³.
Leucopenia (diminuição): Abaixo de 4.000 leucócitos/mm³.


amostra de fezes
amostra de fezes
amostra de fezes
amostra de fezes
amostra de fezes
amostra de fezes

29


AMOSTRA
DE SANGUE
AMOSTRA
DE SANGUE
AMOSTRA
DE SANGUE
AMOSTRA
DE SANGUE
AMOSTRA
DE SANGUE
AMOSTRA
DE SANGUE


AMOSTRA DE
ÁGUA


AMOSTRA DE
ÁGUA


AMOSTRA DE
ÁGUA


AMOSTRA DE
ÁGUA


AMOSTRA DE
ÁGUA

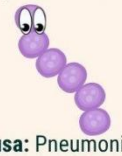
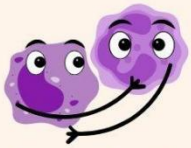
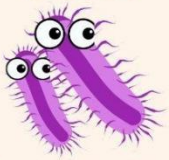
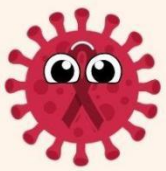

AMOSTRA DE
ÁGUA

31

Recursos 3° momento: atividade jogo das cartas de defesas

- Modelos de cartas do jogo



Lágrimas  **Forma de defesa:** Contêm lisozima, enzima que destrói bactérias. Defesa natural dos olhos contra infecções.	Bactéria- Streptococcus pneumoniae  **Causa:** Pneumonia e infecções respiratórias. **Forma de ataque:** Invade os pulmões, multiplicando-se no tecido respiratório.	Fagócitos (macrófagos e neutrófilos)  **Forma de defesa:** Englobam e destroem microrganismos invasores. Atuam contra bactérias e fungos.
Pele  **Forma de defesa:** Primeira barreira física contra a entrada de microrganismos. Combina bem contra fungos e bactérias superficiais.	Bactéria – Mycobacterium tuberculosis  **Causa:** Tuberculose. **Forma de ataque:** Ataca os pulmões, formando lesões e dificultando a respiração.	Muco e cílios nas vias respiratórias  **Forma de defesa:** Capturam e eliminam partículas e microrganismos. Especial contra bactérias e vírus respiratórios.
Linfócitos T citotóxicos  **Forma de defesa:** Atacam e matam células infectadas.	Vírus – Influenza  **Causa:** Gripe. **Forma de ataque:** Invade células das vias respiratórias e se multiplica rapidamente.	Linfócitos B  **Forma de defesa:** Produzem anticorpos específicos que neutralizam patógenos. Muito eficazes contra vírus e toxinas bacterianas.
Linfócitos T auxiliares  **Forma de defesa:** Ativam os linfócitos B e os macrófagos, além de coordenar a resposta imunitária.	Vírus – HIV  **Causa:** AIDS. **Forma de ataque:** Ataca linfócitos T, enfraquecendo o sistema imunológico.	Fungo – Candida albicans  **Causa:** Candidíase. **Forma de ataque:** Cresce em ambientes úmidos do corpo, como boca e genitais.

Recursos 4° momento: atividade resposta adaptativa

- Fichas com funções de células e moléculas do sistema adaptativo.





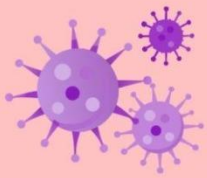

ANTÍGENO

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

Um antígeno (vírus, bactéria ou toxina) entra no organismo e é reconhecido como um corpo estranho.

FUNÇÃO NA DEFESA

Dar início à resposta imunológica específica.



APC (CÉLULA APRESENTADORA DE ANTÍGENO)

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

A APC captura o antígeno, digere-o e apresenta partes dele em sua superfície.

FUNÇÃO NA DEFESA

Mostrar o antígeno aos linfócitos T e iniciar a resposta adaptativa.



LINFÓCITO T AUXILIAR ($CD4^+$)

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

O linfócito T auxiliar reconhece o antígeno apresentado pela APC e é ativado.

FUNÇÃO NA DEFESA

Coordenar toda a resposta imunológica.



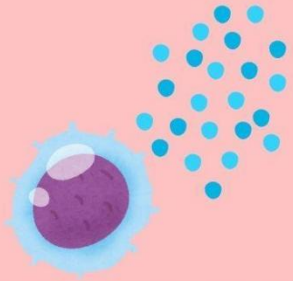
CITOCINAS

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

O linfócito T auxiliar libera citocinas, que são sinais químicos.

FUNÇÃO NA DEFESA

Ativar e orientar a ação de outras células de defesa.



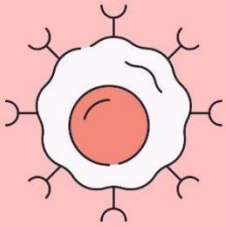
LINFÓCITO B

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

O linfócito B reconhece o antígeno com ajuda das citocinas.

FUNÇÃO NA DEFESA

Preparar a produção de anticorpos específicos.



PLASMÓCITO

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

O linfócito B se diferencia em plasmócito.

FUNÇÃO NA DEFESA

Produzir grandes quantidades de anticorpos.



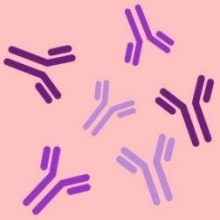
ANTICORPOS

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

Os anticorpos são liberados no sangue e na linfa.

FUNÇÃO NA DEFESA

Reconhecer, neutralizar e marcar o antígeno.



COMPLEXO ANTÍGENO–ANTICORPO

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

Os anticorpos se ligam aos antígenos formando um complexo.

FUNÇÃO NA DEFESA

Facilitar a eliminação do patógeno por outras células.



LINFÓCITO T CITOTÓXICO ($CD8^+$)

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

O linfócito T citotóxico reconhece células infectadas.

FUNÇÃO NA DEFESA

Destruir células infectadas ou tumorais.



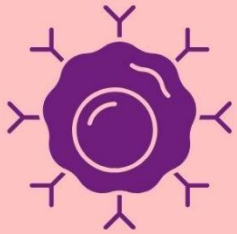
CÉLULA DE MEMÓRIA

O QUE OCORRE NESTA ETAPA:

Alguns linfócitos se tornam células de memória.

FUNÇÃO NA DEFESA

Garantir resposta mais rápida em uma nova infecção.

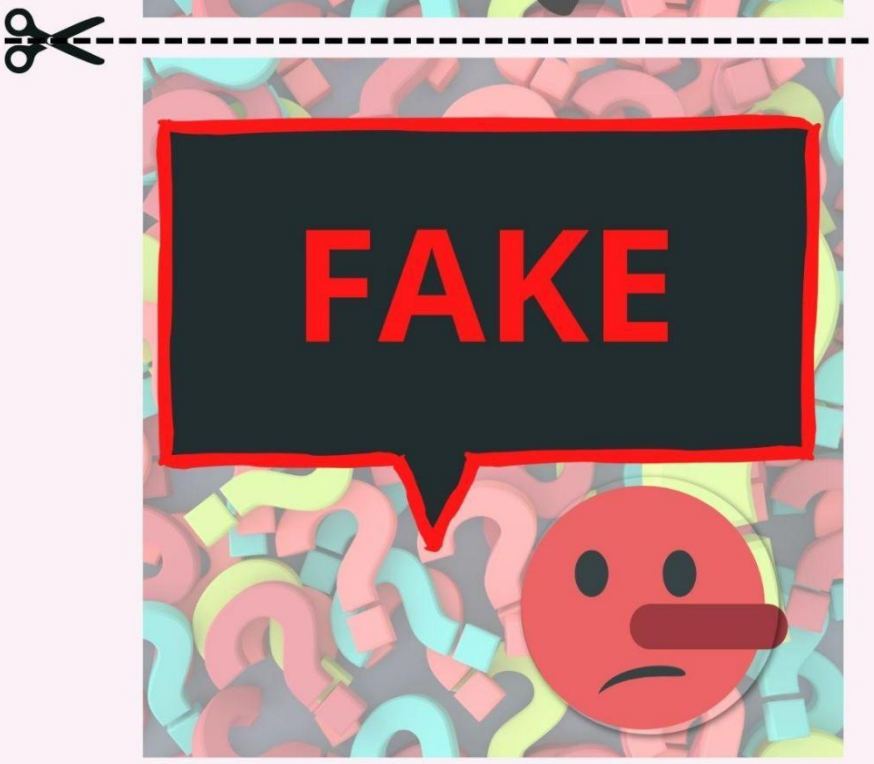


Recursos 5º momento: atividade fato ou fake sobre vacinas

- Modelos de placa para impressão
- Roteiro da prática experimental




FATO


FAKE



Roteiro de Prática Experimental

Tema: Simulação da transmissão de doenças e importância da vacinação



Objetivos

Demonstrar de forma prática como ocorre a transmissão de doenças em uma população.
Relacionar a propagação da doença com a importância da vacinação na prevenção de epidemias.

Materiais necessários

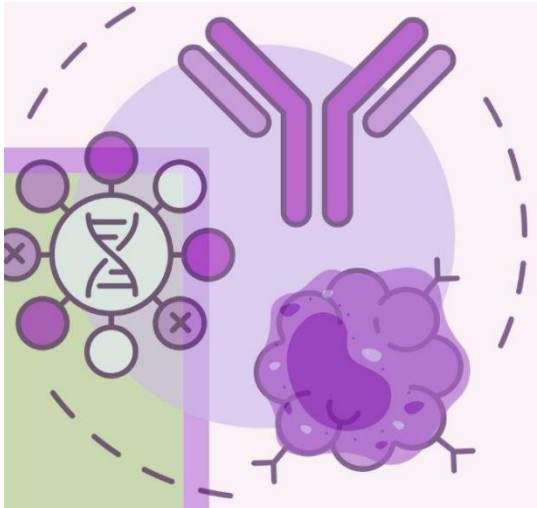
- Conta-gotas
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L
- Solução alcoólica de fenolftaleína 1%
- vinagre
- Copos plásticos transparentes (um por participante)
- Água (para preencher os copos antes da atividade)

Procedimentos

1. Escolha da doença: O grupo escolhe uma doença infecciosa (ex.: dengue, covid-19, gripe), e define como será simulada a forma de contágio (ex.: vetor, contato direto).
2. Distribuição da população: Cada participante recebe um copo contendo solução incolor (água). Apenas um copo, escolhido aleatoriamente, deve receber algumas gotas de hidróxido de sódio (NaOH), e um deve receber uma pequena quantidade de vinagre.
3. Adição do indicador: Cada participante adiciona uma gota de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% em seu copo. O copo que ficar rosa indica a presença da substância (NaOH).
4. Simulação do contágio: As pessoas com a solução corada (rosa) devem compartilhar parte de seu conteúdo com participantes que ainda estão incolores.
5. Observação dos resultados: Registrar quantos copos ficaram corados após as rodadas de compartilhamento. Comparar com a quantidade inicial de infectados.

Questões para discussão

1. Qual foi o resultado da simulação?
2. O que o copo com NaOH representa no contexto de uma doença?
3. E o copo com vinagre? Poderíamos pensar nele como alguém com imunidade natural ou vacinação? Por quê?
4. O que aconteceria se os copos com NaOH não compartilhassem solução com os demais?
5. Que semelhanças e diferenças você percebe entre o experimento e a realidade da transmissão de doenças infecciosas?
6. Como esse tipo de atividade pode ajudar a combater a desinformação sobre vacinas?



Capítulo 4

Textos complementares e links para atividades.

TEXTO 1: Diversidade microbiana e relações microrganismo–hospedeiro

Os microrganismos são seres de dimensões microscópicas, amplamente distribuídos na natureza, apresentando grande diversidade estrutural, metabólica e ecológica. Entre os principais grupos de microrganismos estudados na Biologia estão as bactérias, os vírus, os fungos, os protozoários e as arqueas, os quais podem desempenhar papéis benéficos, neutros ou prejudiciais aos seres humanos, de acordo com o contexto em que se encontram.

As bactérias são organismos unicelulares procariontes, caracterizados pela ausência de núcleo verdadeiro e de organelas membranosas. Possuem parede celular rígida, geralmente composta por peptidoglicano, o que confere proteção e forma à célula. As bactérias apresentam grande diversidade metabólica e podem ser encontradas em praticamente todos os ambientes, incluindo o corpo humano, onde muitas espécies fazem parte da microbiota normal, enquanto outras estão associadas a doenças infecciosas.

Os vírus diferenciam-se dos demais microrganismos por não possuírem organização celular. São constituídos basicamente por material genético — DNA ou RNA — envolto por um capsídeo proteico, podendo apresentar envelope lipídico em alguns casos. Os vírus não realizam metabolismo próprio e dependem totalmente da célula hospedeira para sua replicação, sendo classificados como parasitas intracelulares obrigatórios. Diversas doenças humanas são causadas por vírus, conforme descrito nos estudos de virologia humana.

Os fungos são organismos eucariontes, podendo ser unicelulares, como as leveduras, ou pluricelulares, como os bolores. Apresentam parede celular composta principalmente por quitina e nutrem-se por absorção de nutrientes do meio. Alguns fungos têm importância ecológica e econômica, enquanto outros podem causar infecções, especialmente em indivíduos com o sistema imunológico comprometido.

Os protozoários são microrganismos eucariontes unicelulares, geralmente heterotróficos, que vivem em ambientes aquáticos, úmidos ou como parasitas. Muitos protozoários apresentam estruturas especializadas para locomoção e estão associados a doenças parasitárias humanas, como descrito em materiais de microbiologia e saúde pública.

As arqueas são organismos procariontes que se distinguem das bactérias por suas características genéticas e bioquímicas. Frequentemente habitam ambientes extremos, como locais de alta temperatura ou salinidade, e, até o momento, não há evidências consolidadas de arqueas associadas a doenças humanas.

A relação entre microrganismos e hospedeiros pode ocorrer de diferentes formas e nem sempre está associada à ocorrência de doenças. O corpo humano abriga uma grande diversidade de microrganismos que convivem em equilíbrio com o organismo, desempenhando funções importantes para a saúde.

No comensalismo, o microrganismo se beneficia da relação sem causar prejuízos aparentes ao hospedeiro. Um exemplo são bactérias que vivem na pele e no trato gastrointestinal humano, utilizando nutrientes disponíveis no organismo sem provocar danos.

O mutualismo caracteriza-se por uma relação benéfica para ambas as partes. Nesse tipo de interação, microrganismos contribuem para processos fisiológicos do hospedeiro, como a produção de substâncias importantes ao funcionamento do organismo, ao mesmo tempo em que encontram condições adequadas para sua sobrevivência.

A patogenicidade ocorre quando o microrganismo causa danos ao hospedeiro, resultando em doença. Microrganismos patogênicos possuem mecanismos que lhes permitem invadir tecidos, multiplicar-se no organismo e desencadear respostas inflamatórias ou infecciosas. O desenvolvimento da doença depende tanto das características do microrganismo quanto das condições do hospedeiro, conforme abordado nos materiais de microbiologia e nos guias de doenças infecciosas.

Referências:
TANAKA, Tânia Leiko (org.). Microbiologia em e-book. São Paulo: Setor de Publicações – Centro Universitário São Camilo, 2022. 182 p. ISBN 978-65-86702-26-2.

Texto 2: Doenças infecciosas e prevenção: uma abordagem contextualizada à realidade brasileira

As doenças infecciosas são causadas por microrganismos patogênicos — como bactérias, vírus, fungos e protozoários — que podem ser transmitidos de diferentes maneiras e provocar alterações no funcionamento do organismo humano. No Brasil, essas doenças ainda representam um desafio para a saúde pública, sobretudo em áreas onde há limitações no saneamento básico, no acesso à informação e aos serviços de saúde.

As doenças infecciosas bacterianas, como a tuberculose e a hanseníase, apresentam formas de transmissão diretamente relacionadas ao convívio social. A tuberculose é transmitida principalmente pelo ar, por meio da inalação de gotículas eliminadas quando uma pessoa infectada tosse, fala ou espirra. Sua prevenção envolve o diagnóstico precoce, o tratamento adequado dos doentes, a vacinação com BCG e a melhoria das condições de ventilação dos ambientes. Já a hanseníase é transmitida pelo contato prolongado e próximo com pessoas não tratadas, sendo prevenível por meio do acompanhamento de contatos, tratamento gratuito e ações de educação em saúde.



figura 1: Infecção bacteriana nos pulmões (Visão microscópica)



figura 2: Pessoa com hanseníase, infecção causada pelo bacilo Mycobacterium leprae

Entre as doenças virais, destacam-se dengue, Zika e Chikungunya, amplamente presentes no território brasileiro. Essas doenças são transmitidas pela picada do mosquito Aedes aegypti, que se reproduz em água parada, comum em ambientes urbanos. A prevenção baseia-se principalmente no controle do vetor, por meio da eliminação de criadouros, do uso de telas, repelentes e da participação comunitária em campanhas de combate ao mosquito. Outras doenças virais, como as hepatites virais, podem ser transmitidas por contato com sangue contaminado, relações sexuais desprotegidas ou ingestão de água e alimentos contaminados, dependendo do tipo de vírus. Nesse caso, a prevenção envolve vacinação, uso de preservativos, cuidados com materiais perfurocortantes e saneamento básico.



figura 3: Aedes aegypti, principal transmissor da Dengue, Zika e Chikungunya.. Ele é reconhecível pelas listras brancas nas patas e no corpo.

As doenças causadas por protozoários também apresentam diferentes formas de transmissão no Brasil. A malária, por exemplo, é transmitida pela picada do mosquito Anopheles, sendo mais frequente na região amazônica. Sua prevenção inclui o controle do vetor, o uso de mosquiteiros e o diagnóstico precoce. A doença de Chagas é tradicionalmente associada ao contato com o inseto vetor, mas também pode ser transmitida por alimentos contaminados e transfusão de sangue. A leishmaniose, por sua vez, é transmitida pela picada do mosquito-palha, estando relacionada a áreas com presença de animais reservatórios e condições ambientais favoráveis ao vetor. A prevenção dessas doenças envolve controle de vetores, melhoria das condições de moradia e vigilância sanitária.



figura 4: mosquito do gênero Anopheles, barbeiro e mosquito-palha, vetores da malária, doença de Chagas e leishmaniose, respectivamente.

Doença	Protozoário causador	Vetor
Malária	*Plasmodium*	Mosquito *Anopheles*
Doença de Chagas	*Trypanosoma cruzi*	Barbeiro
Leishmaniose	*Leishmania*	Mosquito-palha

Tabela 1 – Relação entre doenças causadas por protozoários, os agentes etiológicos e os vetores responsáveis pela transmissão.

As infecções fúngicas apresentam transmissão geralmente associada ao contato direto com superfícies contaminadas, solo, objetos pessoais ou animais. No Brasil, o clima quente e úmido favorece o surgimento de micoses superficiais, comuns na pele e nas unhas. A prevenção dessas infecções inclui cuidados com a higiene corporal, manter a pele seca, evitar o compartilhamento de objetos pessoais e procurar atendimento médico ao surgirem sinais de infecção.

De modo geral, a prevenção das doenças infecciosas envolve ações individuais e coletivas. Medidas como lavar as mãos com frequência, consumir água tratada, higienizar alimentos, manter ambientes limpos, utilizar preservativos e manter a vacinação em dia são fundamentais para reduzir a transmissão dessas doenças. No contexto brasileiro, o Programa Nacional de Imunizações desempenha papel essencial na prevenção de diversas doenças infecciosas, contribuindo significativamente para a redução de casos e óbitos.

Referências:

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias : guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 8. ed. rev. – Brasília : Ministério da Saúde, 2010.

Texto 3: A Relação entre a Microbiota Intestinal e o Sistema Imunológico

A microbiota intestinal corresponde ao conjunto de microrganismos que habitam o trato gastrointestinal humano, sendo composta principalmente por bactérias, além de fungos e vírus. Esses microrganismos estabelecem uma relação simbiótica com o organismo humano, desempenhando funções importantes para a manutenção da saúde. Entre essas funções destaca-se a influência direta sobre o sistema imunológico, contribuindo para o desenvolvimento, regulação e defesa do organismo contra agentes patogênicos.

A colonização da microbiota intestinal tem início logo após o nascimento. Durante o parto, o recém-nascido entra em contato com microrganismos presentes no canal vaginal e no ambiente, iniciando o processo de formação do ecossistema microbiano intestinal. Nos primeiros anos de vida, essa microbiota passa por diversas alterações até atingir uma composição mais estável, semelhante à observada em adultos por volta dos dois ou três anos de idade.

No intestino humano existem milhares de espécies microbianas, sendo os filos Firmicutes e Bacteroidetes os mais predominantes. Esses microrganismos participam de diversas atividades metabólicas, como a digestão de nutrientes e a síntese de vitaminas essenciais. Além disso, eles atuam como uma barreira protetora contra a colonização de microrganismos patogênicos, contribuindo para a manutenção do equilíbrio do ambiente intestinal.

A interação entre a microbiota intestinal e o sistema imunológico ocorre principalmente na mucosa intestinal, onde estão presentes células do sistema imune, como linfócitos, células dendríticas e macrófagos. Essas células reconhecem componentes dos microrganismos por meio de receptores específicos e, a partir disso, podem desencadear respostas imunológicas que protegem o organismo contra infecções. Ao mesmo tempo, o sistema imunológico desenvolve mecanismos de tolerância para evitar respostas exageradas contra microrganismos benéficos da microbiota.

Outro fator importante nessa relação é a produção de imunoglobulina A (IgA), que atua na mucosa intestinal auxiliando no controle da população microbiana e impedindo a proliferação de microrganismos potencialmente patogênicos. Dessa forma, a microbiota contribui para o fortalecimento das defesas do organismo e para o equilíbrio do sistema imunológico.

Entretanto, alterações na composição da microbiota intestinal podem levar a um desequilíbrio conhecido como disbiose. Esse processo pode ocorrer devido ao uso de antibióticos, mudanças na alimentação, infecções ou outras condições que alteram o ambiente intestinal. A disbiose pode estar associada ao desenvolvimento de diversas doenças, incluindo processos inflamatórios, distúrbios metabólicos e outras condições que afetam a saúde do hospedeiro.

Portanto, a microbiota intestinal desempenha um papel fundamental na regulação do sistema imunológico e na manutenção da homeostase do organismo. A compreensão dessa relação é essencial para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas e preventivas voltadas para a promoção da saúde e o tratamento de doenças relacionadas ao sistema imunológico e ao trato gastrointestinal.

Referência
SANTOS, Lauana Aparecida. A microbiota intestinal e sua relação com o sistema imunológico. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018.

Texto 4: Sistema imunológico: Como o nosso corpo combate invasores e a importância das vacinas

O sistema imunológico é o conjunto de células, tecidos, órgãos e moléculas que os seres vivos utilizam para manter a homeostasia. Sua função principal é a proteção contra uma grande variedade de microrganismos e a eliminação de agentes ou moléculas estranhas, incluindo células cancerígenas.

A composição básica deste sistema inclui:

Órgãos e Tecidos: Incluem a medula óssea, o timo, o baço, os linfonodos e o apêndice. A medula óssea produz os leucócitos, enquanto o timo é o local de maturação dos linfócitos T. O baço atua como um filtro de sangue, reconhecendo antígenos.

Células (Soldados do Corpo): Diversos tipos de células trabalham juntas, como macrófagos (fagocitose), neutrófilos (importantes na resposta inata) e linfócitos (reconhecimento específico de antígenos).

Moléculas: Incluem proteínas do sistema complemento e anticorpos (imunoglobulinas).

Linhas de defesa: resposta inata e adaptativa

A imunidade humana é categorizada em dois componentes principais que trabalham de forma coordenada a imunidade inata e adaptativa. A resposta inata se configura como a resposta mais antiga e a primeira a atuar contra agressores. Nós já nascemos com ela.

Como exemplos deste tipo de defesa temos as barreiras naturais: Pele, saliva, pelos, muco e lágrimas; e os mecanismos celulares: Envolve células como neutrófilos, macrófagos, células dendríticas e células Natural Killer (NK). Elas reconhecem padrões moleculares comuns a grupos de microrganismos.

Já a defesa adaptativa é adquirida ao longo da vida após o contato com patógenos específicos, tendo como células principais os Linfócitos B (que produzem anticorpos) e os Linfócitos T (citotóxicos e auxiliadores). Essa defesa é altamente específica e possui memória imunológica, o que permite uma resposta muito mais rápida e eficiente em contatos futuros com o mesmo microrganismo.

As vacinas são ferramentas biotecnológicas fundamentais que atuam diretamente na imunidade adaptativa, utilizando sua capacidade de memória imunológica para gerar uma proteção artificial e duradoura. Ao contrário da imunidade inata, que é genérica, as vacinas "ensinam" os linfócitos a reconhecer antígenos específicos de forma seletiva. Historicamente, esse processo foi consolidado por Edward Jenner em 1796, ao utilizar o vírus da varíola bovina para proteger humanos contra a varíola, estabelecendo o conceito de imunização ativa.

A importância das vacinas reside na capacidade de preparar o sistema imune para combater patógenos sem que o indivíduo precise desenvolver a doença e seus riscos associados; sem essa preparação, infecções que seriam leves podem sobrepujar o hospedeiro e levar ao óbito. Para garantir essa segurança, as vacinas são fabricadas a partir de diferentes métodos científicos: podem utilizar microrganismos atenuados (enfraquecidos), inativados (mortos), apenas fragmentos (subunidades) das proteínas do agente agressor ou, em tecnologias mais recentes, o material genético (como o RNA) que instrui as próprias células do corpo a produzirem a proteína do patógeno para ser reconhecida pelos defensores do organismo.

Referência:
TEVA, Antônio; FERNANDEZ, José Carlos Couto; SILVA, Valmir Laurentino. Imunologia. In: MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis (org.). Conceitos e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde. Rio de Janeiro: EPSJV: IOC, 2009. v. 4, cap. 1, p. 19-124.

Links para atividades



Notícia Ameaça à saúde global: "Superbactéria" mortal resistente a antibióticos se espalha na Malásia":

https://scitechdaily.com/global-health-threat-deadly-antibiotic-resistant-superbug-spreading-in-malaysia/?utm_source=chatgpt.com

Plataforma mentimeter:

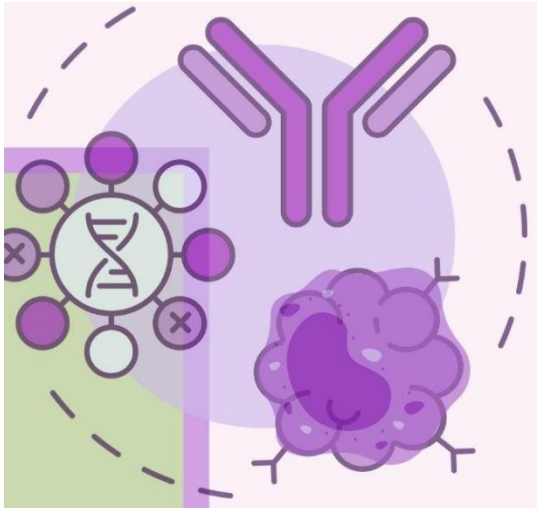
https://www.mentimeter.com/pt-BR

Jogo no kahoot

https://create.kahoot.it/creator/478b8575-74ee-48ee-bdaf-863d1e1199a9

Slides com afirmações sobre as vacinas:

https://www.canva.com/design/DAGF5WPmv_4/XebuW6qM3ENglBKw1wqvyw/edit?utm_content=DAGF5WPmv_4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton



Referências

AUSUBEL, David Paul. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 8. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 8 mar. 2026.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOLZ, Joaquim; SCHNEUWLY, Bernard. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

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

MICROBIOLOGIA. Microbiologia [e-book]. [S. l.: s. n.], [s. d.].

RODRIGUES, Victor dos Santos; PINTO, Thiago Serrão. A utilização de probióticos para o fortalecimento do sistema imune e prevenção de doenças infecciosas: uma revisão de literatura. Revista Científica Cognitionis, Manaus, v. 7, n. 2, p. 1–17, 2024. DOI: https://doi.org/10.38087/2595.8801.493.

SANTANA, Adna Jwklezya de et al. Sistema imunológico: células, tecidos e órgãos. In: PEREIRA, C. de B. et al. (org.). [Título da obra coletiva]. [S. l.]: [Editora], 2023. cap. 21, p. 207–222. DOI: https://doi.org/10.37885/231014763.

SANTOS, Lauana Aparecida. A microbiota intestinal e sua relação com o sistema imunológico. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018.
STRAUSS, James H.; STRAUSS, Ellen G. Virologia humana. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

TANAKA, Tânia Leiko (org.). Microbiologia em e-book. São Paulo: Setor de Publicações – Centro Universitário São Camilo, 2022. 182 p. ISBN 978-65-86702-26-2.

TEVA, Antônio; FERNANDEZ, José Carlos Couto; SILVA, Valmir Laurentino. Imunologia. In: Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde. Rio de Janeiro: EPSJV/IOC, [200-?]. v. 4, cap. 1, p. 19–124.

VELOSO, Pedro Henrique Fonseca et al. (org.). Sistema imune [livro eletrônico]: onde os defensores habitam. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2022. 34 p. Disponível em: https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21081583. Acesso em: 22 jan. 2026.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE B- INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE-UERN PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA-PROFBIO
Questionário de avaliação do recurso educacional: E-book "Explorando o Mundo Invisível: Microbiologia e Imunologia na Saúde Humana

Prezado(a) professor(a), este questionário tem como objetivo avaliar o e-book produzido como parte de uma pesquisa voltada ao ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio. Sua colaboração é fundamental para validar este recurso educacional e aprimorá-lo. As respostas são confidenciais e serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

I. Dados gerais do avaliador

1. Idade:
2. Tempo de atuação como professor(a) de biologia: ( ) Menos de 1 ano ( ) 1 a 5 anos ( ) 6 a 10 anos ( ) Mais de 10 anos
3. Você leciona: ( ) Ensino médio ( ) EJA ( ) Ensino Técnico Integrado
( ) Outros: _____
4. Já trabalhou com os temas microbiologia e imunologia em suas aulas? ( ) Sim ( ) Não
5. Já vivenciou desafios no ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio?
( ) Sim ( ) Não
Comente:_____

II. Avaliação geral do e-book

6. O material apresenta uma introdução clara, com objetivos bem definidos e fundamentação teórica adequada para o ensino médio? ( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não
Comentários:_____

7. A contextualização da importância da microbiologia e imunologia para a saúde humana está bem elaborada? ( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não

Comentários:_____

8. O material apresenta uma linguagem acessível e adequada aos estudantes do ensino médio?
( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não

9. O e-book é atrativo e estimula o uso por parte do professor?
( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não

Justifique:_____

III. Sequência didática investigativa

10. A proposta da sequência didática investigativa é coerente e viável para aplicação em sala de aula? ( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não
11. Como você avaliaria as atividades propostas em relação ao estimulo ao pensamento investigativo e possibilidade de aprendizagem ativa dos estudantes?
( ) Excelente ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima
Sugestões de melhoria:
_____

V. Considerações finais

12. Você recomendaria este e-book a outros professores de biologia?
( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

Por quê?
_____

13. O que mais chamou sua atenção positivamente no material?
_____
_____

14. Que aspectos você acredita que precisam ser melhorados?
_____
_____
_____

15. Deseja deixar algum comentário ou sugestão adicional?

_____
_____
_____

APÊNDICE C – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR PARA INÍCIO DA PESQUISA

APÊNDICE D – TCLE DESTINADO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE-UERN PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA-PROFBIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa "**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA DENTRO DA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**", orientada pela Profa. Dra. Dayseanne Araujo Falcão e que segue as recomendações das resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares. Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir de participar a qualquer momento, retirando seu consentimento sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido ao seguinte procedimento: resolução dos questionamentos contidos no instrumento de pesquisa sobre a sua avaliação do recurso educacional para o ensino de microbiologia e imunologia produzido pela mestranda Gislaine Rocha de Lima. As perguntas deste formulário serão visualizadas posteriormente às informações que você está lendo agora, para que você possa compreender cada etapa do projeto e tudo que acontecerá durante a sua participação. Este instrumento está sendo enviado a você sob responsabilidade da pesquisadora Gislaine Rocha de Lima, em formação, no mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. As informações coletadas serão organizadas em banco de dados em programa estatístico e analisadas a partir de técnicas de estatística descritiva e inferencial. Essa pesquisa tem como objetivo "Coletar avaliações das percepções dos professores que fazem parte do Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) sobre os desafios do ensino de microbiologia e imunologia no ensino médio e sobre a viabilidade da sequência didática desenvolvida.

Os benefícios para os professores participantes da pesquisa, podem ser significativos, como fornecer uma oportunidade para os professores refletirem sobre suas próprias práticas pedagógicas, permitir que os professores aprimorem suas habilidades em avaliar materiais didáticos, e tenham acesso antecipado a um recurso que pode ser útil para suas próprias aulas. Além de contribuir diretamente para a qualidade do material pedagógico utilizado por outros educadores, participando da validação do recurso educacional.

Os participantes da pesquisa serão expostos a riscos mínimos, que não dizem respeito a integridade física, mas sim aos de ordem emocional e psicológica. Os únicos possíveis desconfortos estão relacionados ao tempo necessário para avaliar o material e responder o questionário, os quais serão minimizados pela clareza das instruções e pelo ambiente acolhedor da aplicação, e o constrangimento em responder os questionários e expor opiniões, o constrangimento pelo enfrentamento de fragilidades de aprendizado, o

que será amenizado pela garantia do anonimato e confidencialidade dos dados coletados.

Deixa-se claro que para garantia do anonimato e confidencialidade não serão revelados os dados do participante em qualquer das etapas do estudo. Além do que será prevalecida a manutenção do sigilo e o respeito ao participante da pesquisa, de modo que apenas a mestranda Gislaine Rocha de Lima aplicará o questionário e somente a mestranda irá manusear e guardar os questionários.

O sigilo das informações por ocasião da publicação dos resultados, visto que não será divulgado dado que identifique o participante; A anuência das Instituições de ensino para a realização da pesquisa. Como medida de proteção à confidencialidade, afirma-se que os participantes não colocarão seus nomes em momento nenhum do formulário, mas apenas os e-mails serão coletados e não revelados, de modo que sua identidade não será revelada em qualquer das etapas de realização da pesquisa.

Os dados coletados serão armazenados de maneira segura e confidencial em pen drive e Google Drive com acesso restrito a pesquisadores autorizados, através de senha, de acordo com as normas éticas e legais. A privacidade dos participantes será garantida por meio de guarda dos dados sobre um período de 5 anos. Após o período de guarda estabelecido, os dados serão excluídos de forma irreversível, respeitando os direitos dos participantes e evitando qualquer possível prejuízo à sua privacidade ou bem-estar. Esse cuidado assegura que a avaliação do material seja realizada sem comprometer a integridade dos dados e a confiança dos participantes.

Você ficará com uma via original deste TCLE, que será enviada para o seu e-mail, e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para a pesquisadora Gislaine Rocha de Lima por e-mail (gislaine20241000230@alu.uern.br) ou presencialmente, de forma agendada, na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/RN, Campus Central, na Rua Professor Antônio Campos, Costa e Silva, 59600-000 – Mossoró – RN. Tel.(84) 33315-2137. Dúvidas a respeito da ética desta pesquisa poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UERN) -** Faculdade de Medicina da UERN - Rua Miguel Antônio da Silva Neto s/n – Aeroporto Home page: http://www.uern.br – e-mail: cep@uern.br – CEP: 59607-360 - Mossoró – RN Tel: (84) 3315-2094.

Se para o participante houver gasto de qualquer natureza, em virtude da sua participação nesse estudo, é garantido o direito a indenização (Res. 466/12 II.7) – cobertura material para reparar dano – e/ou ressarcimento (Res. 466/12 II.21) – compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação – sob a responsabilidade da pesquisadora Gislaine Rocha de Lima.

Não será efetuada nenhuma forma de gratificação por sua participação. Os dados coletados farão parte do trabalho, podendo ser divulgados em eventos científicos e publicados em revistas nacionais ou internacionais. O pesquisador estará à disposição para qualquer esclarecimento durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo. Após todas essas informações, agradeço antecipadamente sua atenção e colaboração.

Consentimento Livre

Concordo em participar desta pesquisa "**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS DE MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA DENTRO DA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**". Declarando, para os devidos fins, que fui devidamente esclarecido quanto aos objetivos da pesquisa, aos

procedimentos aos quais serei submetido (a) e dos possíveis riscos que possam advir de tal participação. Foram garantidos a mim esclarecimentos que venham a solicitar durante a pesquisa e o direito de desistir da participação em qualquer momento, sem que minha desistência implique em qualquer prejuízo a minha pessoa ou a minha família. Autorizo assim, a publicação dos dados da pesquisa, a qual me garante o anonimato e o sigilo dos dados referentes à minha identificação

Mossoró/ RN, _____/_____/_____.

_____
Assinatura do Pesquisador

_____
Assinatura do Participante

Gislaine Rocha de Lima (mestranda-pesquisadora) – Mestranda do mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central, na Rua Professor Antônio Campos, Costa e Silva, 59600-000 – Mossoró – RN. Tel.(84) 33315-2137.

Profa. Dra. Dayseanne Falcão (Orientadora da Pesquisa – Pesquisadora Responsável) - Curso de Ciências Biológicas, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central, na Rua Professor Antônio Campos, Costa e Silva, 59600-000 – Mossoró – RN. Tel.(84) 33315-2137.

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UERN) - Rua Miguel Antonio da Silva Neto s/n - Aeroporto, Mossoró-RN, Tel: (84)3315-2094. E-mail: cep@uern.br / CEP 59.610-090.