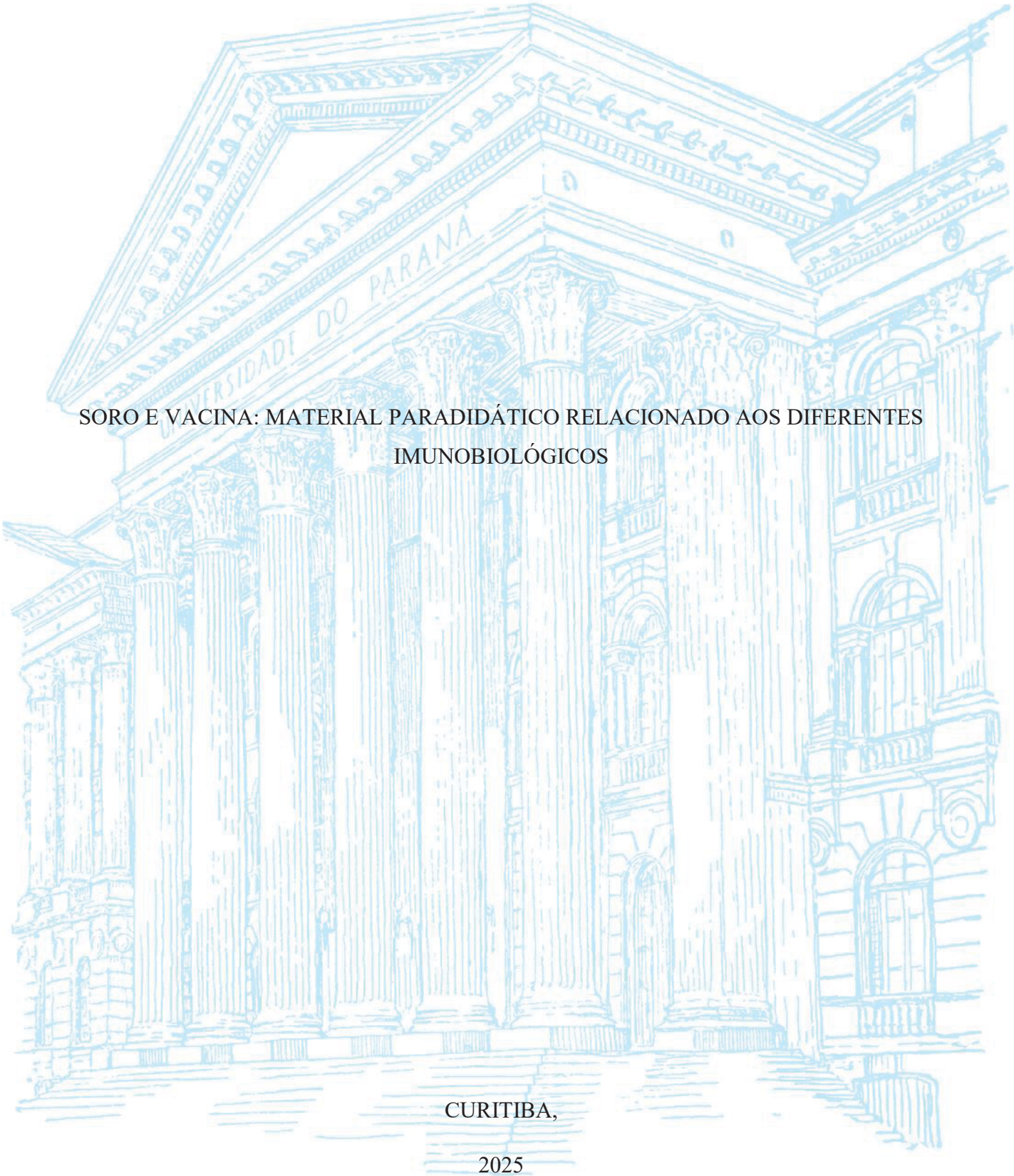
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCIELI GONÇALVES AZEREDO



SORO E VACINA: MATERIAL PARADIDÁTICO RELACIONADO AOS DIFERENTES IMUNOBIOLÓGICOS

CURITIBA,

2025

FRANCIELI GONÇALVES AZEREDO

SORO E VACINA: MATERIAL PARADIDÁTICO RELACIONADO AOS DIFERENTES IMUNOBIOLÓGICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.
Orientadora: Profª Drª Adriana Mercadante.

CURITIBA
2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Azeredo, Francieli Gonçalves
Soro e vacina : material paradidático relacionado aos diferentes imunobiológicos / Francieli Gonçalves Azeredo. -– Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.
Orientadora: Profª Drª Adriana Mercadante.

1. Imunologia. 2. Biologia - Estudo e ensino. 3. Vacinas. 4. Soro. 5. Material didático. I. Mercadante, Adriana Frohlich, 1972-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional. III. ProfBio. IV. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **FRANCIELI GONÇALVES AZEREDO**, intitulada: **SORO E VACINA: MATERIAL PARADIDÁTICO RELACIONADO AOS DIFERENTES IMUNOBIOLÓGICOS**, sob orientação da Profa. Dra. ADRIANA FROHLICH MERCADANTE, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.
A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Março de 2025.

Assinatura Eletrônica
31/03/2025 13:00:36.0
ADRIANA FROHLICH MERCADANTE
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
31/03/2025 09:33:51.0
LUCY ONO
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
31/03/2025 11:20:56.0
SIMONE CAMARGO UMBRIA
Avaliador Externo (55001149)

RELATO DA MESTRANDA

Instituição de Ensino	Universidade Federal do Paraná
Mestranda	Francieli Gonçalves Azeredo
Título da dissertação	Soro e vacina: material paradidático relacionado aos diferentes imunobiológicos.
Data da defesa	28/03/2025

Desde a educação básica, sempre fui uma estudante dedicada, tendo cursado o Ensino Fundamental em escola pública, onde fui inspirada por professores excepcionais. Minha mãe, ao me auxiliar nas tarefas escolares, sentiu-se motivada a retomar os estudos e tornou-se professora e escritora de literatura infantil. Além dela, outras duas integrantes da família também seguiram a docência.

No Ensino Médio, inicialmente pretendia cursar Jornalismo. No entanto, minha vivência na disciplina de Biologia, especialmente sob a orientação do professor George, despertou um interesse crescente pela área. Essa afinidade se consolidou ao frequentar o Em Ação, cursinho pré-vestibular gratuito, onde percebi a possibilidade de articular comunicação e ciência.

Apesar de ter iniciado a graduação em Jornalismo, logo compreendi que minha vocação estava na Biologia. Em 2007, ingressei no curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Paraná, conciliando os estudos com uma jornada de trabalho de 40 horas semanais. Os desafios acadêmicos e pessoais foram significativos, mas a orientação de professores como Paulo de Tarso, Emydgio, Leda, Lousada, Adriana e Flávia contribuiu decisivamente para minha formação.

Minha trajetória docente começou no mesmo cursinho voluntário em que fui aluna, experiência que me impulsionou a seguir a carreira de professora. Posteriormente, fui aprovada no concurso do estado do Paraná, passando a atuar no ensino de Ciências e Biologia. Desde então, reconheço na docência um instrumento de transformação tanto para meus alunos quanto para minha própria evolução profissional.

O mestrado no PROFBIO surgiu da necessidade de atualização acadêmica, apesar das limitações impostas pelo tempo. O percurso revelou-se desafiador, mas extremamente enriquecedor, proporcionando uma renovação pedagógica e científica. Durante o programa, fui premiada nas três atividades de aplicação em sala de aula (AASA) que desenvolvi e selecionada para representar a região Sul no VII Encontro Nacional do PROFBIO, integrando o painel “Brasis da Biologia” em 2024. Encaro essa etapa não como um ponto de chegada, mas como parte de um processo contínuo de aprendizado e aprimoramento na docência.

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos, amigos e afilhado, pelo incentivo, apoio e carinho constantes em minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à energia divina, que me guiou e manteve focada nos meus objetivos ao longo deste percurso.

Sou imensamente grata aos meus pais, José e Marlene, pelo carinho, compreensão e apoio incondicional às minhas escolhas. Aos meus irmãos, Camila e Luan, ao meu cunhado, Cristiano, e à minha madrasta, Andreia, agradeço pelo afeto e pela parceria constante. Ao meu afilhado, Joaquim, por trazer luz e alegria aos meus dias — você é meu "biógolo" favorito.

Sou grata também às minhas gatas, Audrey e Brigitte, pela leal companhia durante este e muitos outros momentos.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas pelos sorrisos, abraços e valiosos conselhos. Em especial, ao Carlos Eduardo, por iniciar o mestrado ao meu lado como forma de incentivo; ao Jefferson, pela parceria biológica e educacional de tantos anos; à Mayssa, pela torcida e pelo carinho; e à Mariana, Aline e Gonzalo, pelo apoio sempre que necessário.

À turma do ProvocAção — Ayslan, Rafa, Thiago, Dolwer, Plat, Randy, Erica, Matheus e Dani —, agradeço pelos encontros, ainda que esporádicos, sempre repletos de risos, trocas, apoio e momentos de partilha.

Ao Murilo, Giu, Francis e Willian, pessoas queridas que me ajudaram de formas tão inesperadas e que fizeram toda a diferença nesta jornada de superação e aprendizados.

Aos meus colegas de mestrado, especialmente Leandro e Isadora, sou grata pela colaboração e paciência ao longo de todo o processo. Adry, Nilton e Ionara também desempenharam um papel essencial nessa trajetória.

Sou profundamente grata a todos os professores do PROFBIO, especialmente ao Jaime e à Lucy, meus orientadores nas atividades de aplicação em sala de aula. Obrigada pela inspiração, pelo conhecimento e pelo incentivo.

Por fim, expresso minha imensa gratidão à minha orientadora, professora Adriana, pelo carinho, gentileza e dedicação ao longo deste mestrado. Agradeço por ter aceitado me orientar e por estar ao meu lado sempre que precisei.

O presente trabalho foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação da Profª Drª Adriana Mercadante, e contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo.”

Nelson Mandela

“O discurso antivacina é como induzir ao suicídio coletivo.”

Drauzio Varella

RESUMO

Os eventos relacionados à pandemia de COVID-19 evidenciaram a necessidade urgente de uma abordagem clara e fundamentada dos conceitos de Imunologia. A propagação de desinformação e o fortalecimento de movimentos anticiência ampliaram a resistência à vacinação, expondo falhas na educação científica no ensino básico brasileiro. Tais questões destacaram a inadequação do ensino sobre imunobiológicos, como soro e vacina, no Ensino Médio, apesar de sua relevância para a alfabetização científica, saúde pública, pensamento crítico e formação cidadã. Embora esses conceitos sejam abordados nos livros didáticos, muitos alunos finalizam essa etapa sem uma compreensão adequada. A falta de materiais adaptados, a presença de informações desatualizadas, a ênfase excessiva na memorização e a falta de contextualização dificultam a aprendizagem, comprometendo a compreensão de seu funcionamento e aplicação. Diante disso, evidencia-se a necessidade de recursos paradidáticos que promovam uma abordagem interativa e significativa, conectando o conhecimento científico ao cotidiano dos alunos. Este estudo analisou três coleções de livros didáticos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio: Multiversos (FTD), adotada em toda a rede estadual de ensino do Paraná; Moderna Plus (Moderna) e Matéria, Energia e Vida (Scipione), selecionadas pela facilidade de acesso da autora. A análise abordou aspectos como conteúdo teórico, recursos visuais, atividades propostas e materiais complementares. Os resultados indicaram variações na abordagem dos imunobiológicos entre as coleções avaliadas. A análise revelou que a coleção Multiversos (FTD) demonstrou maior alinhamento com os critérios estabelecidos, atendendo a um número superior de parâmetros. A coleção Matéria, Energia e Vida (Scipione) apresentou desempenho intermediário, atendendo a menos critérios que Multiversos, mas com um número reduzido de parâmetros não atendidos. Por outro lado, Moderna Plus (Moderna) apresentou maiores limitações, especialmente em relação à clareza conceitual e à diversidade de recursos didáticos. Essas análises evidenciam limitações, como o uso de termos de difícil compreensão, a superficialidade na contextualização e a ausência de exemplos práticos. Com base nessa avaliação, foi desenvolvido um *e-book* como material de apoio, fundamentado em metodologias ativas e ensino por investigação. O objetivo é fornecer aos docentes um recurso dinâmico e contextualizado para o ensino de soro e vacina, promovendo uma aprendizagem significativa. Como recurso educacional, o material oferece aos professores possibilidades de abordagens interativas que facilitam a exploração e o desenvolvimento de conceitos complexos. Para os estudantes, ele auxilia na compreensão prática e contextualizada dos conteúdos, estimulando o pensamento crítico e contribuindo para sua formação como cidadãos conscientes.

Palavras-chave: ensino de Imunologia, análise de livros didáticos, contextualização do ensino, *e-book* educacional, recursos didáticos complementares.

ABSTRACT

The events surrounding the COVID-19 pandemic highlighted the urgent need for a clear and well-founded approach to Immunology concepts. The spread of misinformation and the strengthening of anti-science movements have increased vaccine resistance, exposing flaws in scientific education within Brazil's basic education system. These issues underscored the inadequacy of teaching immunobiologicals, such as serum and vaccines, in high school, despite their relevance for scientific literacy, public health, critical thinking, and citizenship education. Although these concepts are covered in textbooks, many students finish this stage without a proper understanding. The lack of adapted materials, the presence of outdated information, excessive emphasis on memorization, and the lack of contextualization hinder learning, compromising the understanding of their function and application. In this context, the need for supplementary educational resources that promote an interactive and meaningful approach, connecting scientific knowledge to students' daily lives, becomes evident. This study analyzed three collections of Natural Sciences and Technologies textbooks from the New High School curriculum: Multiversos (FTD), adopted throughout the state education system in Paraná; Moderna Plus (Moderna); and Matéria, Energia e Vida (Scipione), selected for their accessibility. The analysis focused on aspects such as theoretical content, visual resources, proposed activities, and supplementary materials. The results indicated variations in the approach to immunobiologicals among the evaluated collections. Multiversos (FTD) demonstrated greater alignment with the established criteria, meeting a higher number of parameters. Matéria, Energia e Vida (Scipione) performed at an intermediate level, meeting fewer criteria than Multiversos, but with a reduced number of unmet parameters. In contrast, Moderna Plus (Moderna) showed greater limitations, particularly regarding conceptual clarity and the diversity of didactic resources. These analyses highlighted limitations such as the use of difficult-to-understand terms, superficial contextualization, and the absence of practical examples. Based on this evaluation, an e-book was developed as a support material, grounded in active methodologies and inquiry-based teaching. The goal is to provide teachers with a dynamic and contextualized resource for teaching serum and vaccines, promoting meaningful learning. As an educational tool, the material offers teachers interactive approaches that facilitate the exploration and development of complex concepts. For students, it aids in the practical and contextualized understanding of the content, stimulating critical thinking and contributing to their development as informed citizens.

Keywords: Immunology teaching, textbooks analysis, teaching contextualization, educational e-book, supplementary educational materials.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Volumes selecionados das coleções de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para análise detalhada 48
FIGURA 2 – Exemplo utilizado pela coleção multiversos para contextualizar Imunologia 51
FIGURA 3 – Questões norteadoras sobre vacinas e campanhas de vacinação 53
FIGURA 4 – Atividade com caráter investigativo (Introdução) 54
FIGURA 5 – Atividade com caráter investigativo (Questões) 54
FIGURA 6 – Foto da obtenção de veneno para fabricação de soro antiofídico 56
FIGURA 7 – Imagem ilustrativa da ação da vacina no organismo 57
FIGURA 8 – Gráfico sobre resposta imune primária e secundária – coleção Matéria, Energia e Vida 57
FIGURA 9 – Gráfico sobre resposta imune primária e secundária – coleção Moderna Plus 58
FIGURA 10 – Indicação de escala nas imagens – coleção Multiversos 59
FIGURA 11 – Indicação de escala nas imagens – coleção Matéria, Energia e Vida 59
FIGURA 12 – Indicação de escala nas imagens – Moderna Plus 60
FIGURA 13 – Presença de legenda nas imagens – Multiversos 61
FIGURA 14 – Presença de legenda nas imagens – Moderna Plus 61
FIGURA 15 – Presença de legenda nas imagens – Matéria, Energia e Vida 62
FIGURA 16 – Imagem não posicionada adequadamente no texto – Matéria, Energia e Vida 63
FIGURA 17 – Questão do ENEM utilizada na coleção multiversos 65
FIGURA 18 – Perguntas norteadoras apresentadas pela coleção Multiversos 65
FIGURA 19 – Estudo de caso apresentado pela coleção Multiversos 66
FIGURA 20 – Exemplo de atividade proposta pela coleção Matéria, Energia e Vida 66
FIGURA 21 – Questão de Imunologia apresentada pela coleção Moderna Plus.....67
FIGURA 22 – Questão sobre vacinação apresentada pela coleção Multiversos 68
FIGURA 23 – Questão sobre *fake news* e vacinas apresentada pela coleção Matéria, Energia e Vida 69
FIGURA 24 – Questão abordando campanha de vacinação e saúde pública 71
FIGURA 25 – Questão abordando cobertura vacinal 71

FIGURA 26 – Questão relacionando ecologia e soroterapia 72
FIGURA 27 – Questão interdisciplinar com abordagem biológica e matemática 73
FIGURA 28 – Sugestões de recursos que fazem uso de novas tecnologias 75
FIGURA 29 – Sugestões De Recursos Complementares 78
FIGURA 30 – Capa do *e-book* apresentado como recurso didático 81
FIGURA 31 – Capas dos capítulos do *e-book* apresentado como recurso didático 82
FIGURA 32 – Apresentação do termo leucócito no *e-book* 84
FIGURA 33 – Apresentação dos tipos de leucócitos no *e-book* 84
FIGURA 34 – Diferenciação dos tipos de linfócitos e apresentação dos conceitos de antígenos e anticorpos no *e-book* 85
FIGURA 35 – Exemplo de glossário incorporado ao corpo do texto no *e-book* 86
FIGURA 36 – Dados contextualizados sobre a poliomielite no *e-book* 86
FIGURA 37 – Calendário vacinal apresentado no *e-book* 88
FIGURA 38 – Exemplo de notícia apresentada no *e-book* 88
FIGURA 39 – Exemplo de pergunta norteadora presente no *e-book* 89
FIGURA 40 – Exemplo de atividade de estudo de caso presente no *e-book* 89
FIGURA 41 – Exemplo imagem com indicações de escala e cores fantasia presente no *e-book* 91
FIGURA 42 – Exemplo de questão de vestibular selecionada para o *e-book* 93
FIGURA 43 – Exemplo de questão contextualizada elaborada para o *e-book* 94
FIGURA 44 – Exemplo de questão multidisciplinar elaborada para o *e-book* 95
FIGURA 45 – Atividade júri simulado sugerida para o *e-book* 96
FIGURA 46 – Atividade sobre vacinação sugerida para o *e-book* 97
FIGURA 47 – Atividade sobre imunidade de rebanho sugerida para o *e-book* 99
FIGURA 48 – Atividade sobre funcionamento dos soros sugerida para o *e-book* 100
FIGURA 49 – Atividades envolvendo estudos de casos sugeridas para o *e-book* 101
FIGURA 50 – Sugestões presentes no *e-book* que envolvem o uso de novas tecnologias 102
FIGURA 51 – Exemplos da seção “você sabia” presentes no *e-book* 103
FIGURA 52 – Exemplo da seção “saiba mais” presente no *e-book* 104
FIGURA 53 – Exemplo da seção “outras sugestões” presente no *e-book* 105

FIGURA 54 – Exemplo sugestões de recursos externos presentes no *e-book* 106

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio 24

QUADRO 2 – Habilidades de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio relacionadas a Imunologia 25

QUADRO 3 – Recursos paradidáticos para o ensino de Imunologia disponíveis no Google acadêmico (2020-2024) 35

QUADRO 4 – Coleções de ciências da natureza e suas tecnologias analisadas 38

QUADRO 5 – Critérios de análise dos livros didáticos 38

QUADRO 6 – Detalhamento da etapa de planejamento do *e-book* 44

QUADRO 7 – Abordagem de conteúdos sobre Imunologia nos livros didáticos do novo Ensino Médio 46

QUADRO 8 – Avaliação de livros didáticos em relação ao conteúdo de Imunologia – eixo "Conteúdo teórico" 49

QUADRO 9 – Avaliação de livros didáticos em relação ao conteúdo de Imunologia – eixo "Recursos visuais" 56

QUADRO 10 – Avaliação de livros didáticos em relação ao conteúdo de Imunologia – eixo "Atividades propostas" 64

QUADRO 11 – Avaliação de livros didáticos em relação ao conteúdo de Imunologia – eixo "Recursos educacionais" 75

QUADRO 12 – Avaliação das coleções didáticas quanto à abordagem do tema Imunologia e imunobiológicos 79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Níveis de classificação para os parâmetros analisados dentro do eixo "Conteúdo teórico" 40
TABELA 2 – Níveis de classificação para os parâmetros analisados dentro do eixo "Recursos visuais" 41
TABELA 3 – Níveis de classificação para os parâmetros analisados dentro do eixo "Atividades propostas" 42
TABELA 4 – Níveis de classificação para os parâmetros analisados dentro do eixo "Recursos educacionais" 43

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COVID-19	*Corona Virus Disease* 2019 ou doença do coronavírus.
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FGB	Formação Geral Básica
IF	Itinerário Formativo
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LRCO	Livro de Registro de Classe *On-line*
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNDL	Programa Nacional do Livro Didático.
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
RCO	Registro de Classe *On-line*
SEED	Secretaria Estadual de Educação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 18
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO 18
1.2 OBJETIVOS 21
1.2.1 Objetivo Geral 21
1.2.2 Objetivos Específicos 21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 22
2.1 IMUNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA 22
2.2 ENSINO DE IMUNOLOGIA NA REDE PÚBLICA DE ENSINO DO PARANÁ 25
2.3 METODOLOGIAS ATIVAS 27
2.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO 29
2.5 LIVRO DIDÁTICO 31
2.6 MATERIAL PARADIDÁTICO 33
3. METODOLOGIA 37
3.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS 37
3.2 METODOLOGIA PARA ESCRITA DE *E-BOOK* (RECURSO EDUCACIONAL) 44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 46
4.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS 46
4.1.1 Eixo 1 – Conteúdo teórico 48
4.1.1.1 Clareza no texto (definições e termos) 49
4.1.1.2 Contextualização e valorização do conhecimento prévio 50
4.1.1.3 Estímulo ao Ensino por Investigação 53
4.1.2 Eixo 2 – Recursos visuais 55
4.1.2.1 Coerência e Valor didático 56
4.1.2.2 Escalas de tamanho 58
4.1.2.3 Títulos e/ou legendas e contiguidade espacial 60
4.1.3 Eixo 3 – Atividades propostas 64
4.1.3.1 Questões (quantidade, qualidade e diversidade) 65
4.1.3.2 Estímulo ao raciocínio lógico 68
4.1.3.3 Enfoque multidisciplinar 70
4.1.4 Eixo 4 – Recursos educacionais 74
4.1.4.1 Atividades práticas 75

4.1.4.2 Estímulo ao uso de novas tecnologias 76
4.1.4.3 Sugestões de filmes, séries, leitura complementar, etc. 78
4.1.5 Análise geral das coleções didáticas 79
4.2 PROPOSTA DE *E-BOOK* PARA O ENSINO DE SORO E VACINA 80
4.2.1 O *e-book* 81
4.2.1.1 *E-book:* conteúdo teórico 83
4.2.1.2 *E-book:* recursos visuais 90
4.2.1.3 *E-book:* atividades propostas 92
4.2.1.4 *E-book:* recursos educacionais 98
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 107
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 110
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL (*LINK DE ACESSO*) 131
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL (*E-BOOK*) 133

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

Nos últimos anos, devido à pandemia do COVID-19, o tema Imunologia ganhou destaque mundial, sobretudo quando se trata de vacinação. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, até janeiro de 2025, morreram mais de 7 milhões de pessoas por conta da pandemia, sendo que mais de 700 mil dessas mortes foram no Brasil (World Health Organization, 2025). Mesmo diante desse sério problema de saúde pública, muitos brasileiros se recusaram a tomar as vacinas ou protelaram a primeira dose (Caxito; Veloso; Mill, 2022), por diferentes motivos que, na maior parte dos casos, estava relacionado à falta de informações ou acesso a informações falsas sobre a imunização proporcionada pelas vacinas (Galhardi *et al.* 2022).

Os chamados "movimentos anticiência" (como dos terraplanistas, antivacinas e negacionistas da mudança climática) têm aumentado em todo o mundo (Filho *et al.*, 2021). A ciência e a biotecnologia, mesmo sendo fundamentais para a vida cotidiana, acabam por passar despercebidas por grande parte da população (Botelho; Andrade, 2018). Porém, a cada dia temos mais produtos resultantes da ciência e tecnologia no meio social, tornando o conhecimento sobre esta temática essencial para a interpretação do mundo ao nosso redor (Andrade *et al.*, 2015). Dessa forma, a informação tira o espaço das *Fake News*, evitando que estas resultem no desenvolvimento de indivíduos com pensamentos errôneos, na polarização de ideias, violência e intolerância disseminados em redes sociais (Filho *et al.*, 2021).

O Brasil vive uma crise na educação científica, principalmente no ensino básico, o que pode ser explicado pela falta de investimentos para uma formação científica qualificada no ambiente escolar (Roitman, 2012). Diante desses fatos, a abordagem da Imunologia no ensino básico é de grande importância, visto que têm impactos para a vida humana e suas relações com o ambiente, sendo também imprescindível na área de saúde pública pois abordam temas como uso de vacinas, soros, medicamentos antialérgicos, dentre outros (Botelho; Andrade, 2018). Uma vez alfabetizados cientificamente, os estudantes levam para o ambiente familiar informações importantes sobre saúde, o que auxilia na prevenção de doenças e contribui para o enfrentamento da disseminação de notícias falsas (Caxito; Veloso; Mill, 2022).

A ciência faz parte da vida de todo cidadão e necessita ser popularizada, permitindo a oportunidade de acesso básico à mesma, principalmente no que se refere à saúde humana e

sua relação com o meio ambiente (Debard; Kraehenbuhl; Fuchs, 2005; Canto; Barreto, 2011; Vaz *et al.*, 2011; Andrade *et al.*, 2015). Dessa forma, a educação é uma ferramenta importante para auxiliar o estudante a tomar decisões relacionadas à sua saúde e ao bem-estar físico, social e mental (Andrade; Araujo-Jorge; Coutinho-Silva, 2016), proporcionando a ele o exercício pleno da cidadania (Chassot, 2006). Sendo assim, ensinar Imunologia vai além do contexto escolar, pois é, também, educar para a saúde e cidadania.

O ensino de Imunologia é uma tarefa complexa e, em geral, ainda é realizada apenas por meio de aulas expositivas, tendo o professor papel central no processo de ensino aprendizagem (Lima; Komatsu; Padilha, 2003). Ao aluno cabe a tarefa de memorizar conceitos e informações o que, na maioria dos casos, não resulta em um aprendizado efetivo (Brunner, 1996; Lima; Komatsu; Padilha, 2003). Além disso, os conceitos imunológicos, que apresentam alta complexidade e especificidade, são muitas vezes apresentados fora do contexto diário dos alunos (Fonseca, 2018). A necessidade de um conhecimento prévio de conceitos relacionados a áreas como Biologia Celular, Bioquímica e Fisiologia também pode, em alguns casos, dificultar o processo de ensino na área de Imunologia (Brunner, 1996; Faggioni *et al.*, 2011; Natale, *et al.*, 2019). Desse modo, mostra-se necessário romper com o ensino tradicional e planejar estratégias didáticas focadas no aluno e não apenas no conteúdo (Dicarlo, 2006).

O uso de metodologias ativas pode ser um recurso auxiliar para uma melhor aprendizagem do tema por parte dos estudantes, pois além, de motivar o aprendizado dos conteúdos, ajuda no desenvolvimento de habilidades como comunicação, socialização, pensamento crítico, científico e investigativo (Andrade, 2011; Berçot *et al.*, 2013; Castoldi; Albiero, 2022; Faggioni *et al*., 2011; Manzoni-De-Almeida; Dalossi; Lopes, 2020). Entende-se como metodologias ativas aquelas que buscam favorecer o desenvolvimento da autonomia, criatividade e curiosidade dos alunos, pois são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem (Bacich, 2018). Desse modo, o aluno desenvolve a capacidade de enfrentar situações do cotidiano e resolver problemas, individuais e coletivos (Segura; Kalhil, 2015). Para o ensino de Biologia, essas metodologias podem auxiliar a despertar o interesse dos alunos pela ciência e, consequentemente, ajudar esses indivíduos a relacionar os conhecimentos científicos com o seu cotidiano (Santos *et al.*, 2020).

O livro didático também é um recurso importante no ensino das mais diversas disciplinas do ensino básico, e se tornou um instrumento mais acessível às escolas e aos alunos devido Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (Andrade, 2014). Para o Ensino

Médio, tivemos a implantação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) no ano de 2003. Desde então, constitui uma importante ferramenta pedagógica, pois, para muitas realidades, é o único recurso didático disponível a ser usado por alunos e professores (Vasconcelos; Souto, 2003). Com a implantação do Novo Ensino Médio, os livros didáticos não são mais separados por disciplinas e sim agrupados, de forma interdisciplinar, por "Áreas do Conhecimento". Dessa forma, a Biologia passa a ser um componente curricular da área do conhecimento denominada "Ciências da Natureza e suas Tecnologias", juntamente com Química e Física (Brasil, 2018a). A avaliação das obras selecionadas pelo PNLD, que antes era realizada por universidades públicas, passou a ser realizada por profissionais, indicados pelo MEC, desde que tenham licenciatura plena e mestrado, de acordo com a área pretendida (Brasil, 2018a).

Dentro da Imunologia, as vacinas estão entre os assuntos mais abordados nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (Barreto; Teixeira, 2013). Ainda assim, muitos estudantes saem do ensino básico com concepções erradas sobre esse imunizante (Barreto; Teixeira, 2013) e, quando precisam analisar situações problemas, não conseguem diferenciar sua função da do soro (Botelho; Andrade, 2018), outro imunizante que tem propósito diferente no organismo.

O soro, imunobiológico utilizado como forma de tratamento, proporciona ao organismo uma proteção imediata, porém de curta duração (Monaco, 2018; Ayres, 2017). Possui anticorpos prontos em sua constituição, o que resulta em uma imunização do tipo passiva (Monaco, 2018; Barardi; Carobrez; Pinto, 2010) na qual não há a indução de uma memória imunológica (Ayres, 2017). No caso da vacina, utilizada para prevenção de doenças, a imunização oferecida é do tipo ativa, pois o organismo é estimulado a produzir seus próprios anticorpos a partir de uma exposição a antígenos (Monaco, 2018). A proteção gerada a partir da vacinação mais duradoura (Monaco, 2018; Barardi; Carobrez; Pinto, 2010) pois influencia uma memória imunológica e, desse modo, o organismo é capaz de responder de forma mais rápida e intensa às futuras invasões de agente patogênicos (Ayres, 2017).

A falta de compreensão sobre soro e vacina por parte dos alunos do Ensino Médio reflete uma abordagem superficial do tema nos livros didáticos, bem como uma desatualização no que se refere a conceitos imunológicos, o que leva a uma apresentação inadequada e até errada do conteúdo, além de que esses materiais sugerem um ensino mecânico e pouco reflexivo do tema (Barreto; Teixeira, 2013).

Uma forma de minimizar esses problemas é a utilização de um material paradidático voltado para o ensino de Imunologia. Esses materiais visam aprofundar ou ampliar o ensino

de um determinado tema (Soares, 2003), aproximando o aluno do conhecimento com o uso de materiais de seu interesse (Carvalho, 2019).

Este trabalho de mestrado realizou uma análise comparativa de livros didáticos do Novo Ensino Médio para identificar o enfoque dado nas propostas didáticas de Imunologia, especialmente no estudo de soros e vacinas. A partir dessa análise, um material paradidático foi construído, visando auxiliar no processo de ensino aprendizagem do tema para estudantes do Novo Ensino Médio. Pretende-se assim, tornar o conteúdo mais interessante e relacionado ao cotidiano do educando, proporcionando, através de metodologias ativas voltadas para o ensino por investigação, um maior aprendizado sobre a função desses agentes imunobiológicos no organismo humano.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Construir um material paradidático como ferramenta auxiliar na construção do conhecimento sobre Imunologia, com enfoque em vacinas e soros.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a abordagem dos conteúdos de Imunologia, com ênfase em vacinas e soros, nos livros didáticos de Biologia do Novo Ensino Médio adotados pela rede pública do Paraná, identificando possíveis lacunas conceituais e metodológicas.

- Comparar as diferentes abordagens do tema Imunologia, com foco em vacinas e soros, em distintas coleções de livros didáticos destinados ao Novo Ensino Médio, a fim de identificar padrões e divergências na apresentação dos conteúdos.

- Desenvolver um material paradidático com abordagem investigativa, direcionado ao Novo Ensino Médio, considerando as limitações identificadas nos livros didáticos analisados, com o objetivo de aprimorar a compreensão sobre a função e o funcionamento dos agentes imunológicos, como soros e vacinas, no organismo humano.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMUNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O estudo dos conceitos relacionados ao sistema imunológico é crucial na educação básica, permitindo que os estudantes compreendam melhor a fisiologia humana e a dinâmica saúde-doença (Abbas; Lichtman; Pillai, 2019). Além disso, habilita-os a reconhecer estratégias para combater doenças, distinguir informações inconsistentes e adotar práticas saudáveis, contribuindo para a saúde e o bem-estar do educando (Andrade; Araújo-Jorge; Coutinho-Silva, 2016; Santos; Landim, 2022). Os temas relacionados à Imunologia fazem parte da realidade do estudante (Barreto; Teixeira, 2013) e têm um valor significativo no estudo das doenças, sejam elas transmissíveis ou não, e na compreensão de assuntos como vacinação, alergias, doenças autoimunes, entre outros, fazendo o aluno refletir sobre a relação entre meio ambiente e Imunologia (Sampaio *et al.*, 2020). O crescimento de movimentos negacionistas, como o movimento antivacina, também justifica a relevância do ensino de Imunologia na educação básica (Gonçalves, 2020).

Apesar da importância do tema, a abordagem predominante no ensino de Imunologia consiste em aulas expositivas puramente descritivas, as quais são amplamente criticadas, pois priorizam quantidade de informações em detrimento da qualidade e não promovem o tipo de aprendizado que enfatiza a compreensão necessária e valorizada nos dias atuais (Adnan *et al.* 2009; Sampaio, 2020). Em contrapartida, a combinação de estratégias criativas e interativas, juntamente com aulas teóricas expositivas, têm demonstrado resultados positivos em relação ao engajamento e à compreensão do tema de Imunologia por parte dos alunos (Passos; Pechliye, 2011; Corpe; Mota, 2014; Andrade; Barbosa, 2015; Pio; Alves, 2024).

Práticas educativas dinâmicas e estimulantes favorecem o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Mello; Roman et al., 2017; Júnior *et al*., 2023). A teoria da aprendizagem significativa, proposta pelo psicólogo David Ausubel na década de 1960, sugere que a aprendizagem é um processo no qual ocorre uma interação entre os conhecimentos prévios e os novos (Ausubel, 2003; Moreira, 2011; Distler, 2015; Pereira *et al*., 2021). Nesse contexto, os novos conhecimentos adquirem significado para o indivíduo, enquanto os conhecimentos anteriores são ressignificados ou consolidam-se de maneira mais estável no âmbito cognitivo (Barbosa, 2024).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que normatiza e define um conjunto de competências, habilidades e aprendizagens essenciais que os educandos devem

desenvolver durante cada etapa da Educação Básica (Conceição; Eça; Pedro, 2022) oferece diretrizes cruciais para a elaboração dos programas educacionais, buscando estabelecer conexões entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Santos, 2021). Essa integração pode ser alcançada por meio de debates que abordem temas relacionados ao conhecimento científico e tecnológico em diferentes esferas da vida social, questões ambientais, saúde humana e expressões culturais (Brasil, 2017).

A importância da integração de conhecimentos em várias áreas da Ciência e Tecnologia é ressaltada pela BNCC, que busca promover um ensino que reconheça a importância dos conhecimentos prévios, do ambiente circundante e da aplicação prática desses conhecimentos na vida cotidiana e no contexto profissional, incentivando assim o protagonismo dos estudantes (Brasil, 2018b). Verifica-se, portanto, a influência da teoria da aprendizagem significativa ausubeliana na elaboração da BNCC, a qual ressalta a importância do conhecimento prévio do estudante, denominado subsunçor, e o valoriza amplamente ao longo do documento (Santos; Nobrega; Oliveira, 2022).

No contexto educacional contemporâneo, o conhecimento científico tem se tornado cada vez mais acessível aos estudantes, impulsionado por diversos meios de divulgação, como revistas, jornais, museus, televisão e internet (Santos, 2021). Diante dessa realidade, a BNCC orienta “incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora” (Brasil, 2018b, p.19).

O estudo de temas que estão relacionados à Imunologia permite essa aproximação entre o conteúdo de sala de aula e o cotidiano do aluno, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades delineadas na BNCC e sugeridas para o Ensino Médio (Santos, 2021), favorecendo a aprendizagem significativa proposta por Ausubel (Santos; Nóbrega; Oliveira, 2022). A discussão sobre os tipos de imunização e o desenvolvimento de vacinas emerge como uma abordagem adequada para fomentar diálogos enriquecedores no ambiente escolar, colaborando para a formação de indivíduos críticos, reflexivos e engajados em sua comunidade (Santos; Landim, 2022).

Conforme delineado no documento da BNCC, o componente curricular de Biologia faz parte, em conjunto com Física e Química, da área do conhecimento denominada "Ciências da Natureza e suas Tecnologias", baseando sua estruturação nas áreas do conhecimento, em vez de disciplinas isoladas (Costa *et al.*, 2021), buscando uma interdisciplinaridade efetiva (Alves; Silva; Jucá, 2023) e dando ênfase ao reconhecimento da ciência como um empreendimento humano, histórico e social (Marcondes, 2021).

A BNCC estabelece o desenvolvimento de dez Competências Gerais ao longo da Educação Básica (Brasil, 2017). No contexto da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, são definidas três competências específicas (Quadro 1), cujo objetivo é capacitar o estudante para participar de debates de forma autônoma, analisando, argumentando e adotando uma postura crítica diante de temas relacionados à ciência e tecnologia (Brasil, 2018b).

QUADRO 1 – COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO

Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Competências Específicas	
Competência 1	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.
Competência 2	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.
Competência 3	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).

FONTE: Adaptada de Brasil (2018b).

Segundo a BNCC (Brasil, 2018b), competência é definida como a capacidade de mobilizar conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas do cotidiano, do exercício pleno da cidadania e do mundo do trabalho. Essa definição está em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996 (Brasil, 1996), que estabelece que os resultados da aprendizagem devem ser evidenciados pela capacidade de aplicar o conhecimento em contextos que exijam sua utilização para a tomada de decisões apropriadas (Silva; Borges, 2020).

A BNCC estabelece 26 habilidades a serem desenvolvidas no Ensino Médio, representando aprendizagens essenciais para os alunos em diferentes contextos escolares (Brasil, 2018). Dentre essas, sete podem ser trabalhadas por meio da Imunologia, sendo uma vinculada à competência 2 e seis à competência 3 (Quadro 2). Esse alinhamento evidencia o caráter integrador da Imunologia, possibilitando a articulação de diferentes saberes e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a análise crítica e a resolução de problemas no contexto do processo educativo.

QUADRO 2 – HABILIDADES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO RELACIONADAS A IMUNOLOGIA.

Competência	Habilidade
2	(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.
3	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
	(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.
	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a 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.
	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
	(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

FONTE: Adaptada de Brasil (2018b).

2.2 ENSINO DE IMUNOLOGIA NA REDE PÚBLICA DE ENSINO DO PARANÁ

O Novo Ensino Médio Paranaense, implementado na rede pública estadual, organiza-se em duas frentes: a Formação Geral Básica (FGB) e os Itinerários Formativos (IF), com cargas horárias de 1800 e 1200 horas, respectivamente (Barbosa; Francisco, 2024). No contexto paranaense, os IF compreendem a Parte Flexível Obrigatória e estão vinculados às áreas do conhecimento definidas pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Nessa estrutura, a disciplina de Biologia integra a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que orienta sua organização curricular e influencia diretamente as abordagens pedagógicas adotadas em

sala de aula.

A rede pública de ensino do Paraná utiliza o Registro de Classe *On-line* (RCO), também denominado Livro de Registro de Classe *On-line* (LRCO), conforme estabelecido pela Resolução nº 3550/2022 GS/SEED. Trata-se de um sistema digital voltado ao registro das frequências dos estudantes, dos conteúdos trabalhados, das avaliações aplicadas e do planejamento pedagógico, conforme descrito por Santos e Silva (2024).

Como resposta à pandemia de COVID-19, em 2021, a Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED) definiu um conjunto de conteúdos considerados essenciais para cada componente curricular, denominado "currículo priorizado" (Camilo; Neves; Beloni, 2024). Esses conteúdos, que devem ser desenvolvidos ao longo do ano letivo, foram integrados à plataforma LRCO por meio do módulo denominado RCO+Aulas, o qual contempla o planejamento trimestral das disciplinas, incluindo a organização sequencial de conteúdos, videoaulas, apresentações em slides e sugestões de atividades (Santos; Silva, 2024). A elaboração desses planejamentos é de responsabilidade da equipe técnica da SEED (Baalbaki, 2022), o que pode resultar na limitação da autonomia docente. Diante disso, cabe ao professor desenvolver a capacidade de adaptar criticamente os materiais propostos, a fim de atender às suas especificidades pedagógicas (Camilo; Neves; Beloni, 2024; Santos; Silva, 2024).

Em relação ao ensino de conteúdos ligados à Imunologia, observa-se que o currículo estadual do Paraná poderia contemplá-los na Formação Geral Básica (FGB), especialmente na 2ª série do componente curricular de Biologia, por meio de temas relacionados a doenças causadas por micro-organismos. Nos Itinerários Formativos (IF) do Novo Ensino Médio, a temática pode ser explorada em contextos interdisciplinares, com destaque para os itinerários de Biotecnologia, ofertado na 2ª série, e Saúde e Bem-Estar, na 3ª série.

No entanto, o material pedagógico disponibilizado pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná mostra-se insuficiente, abordando o tema de forma superficial e descontextualizada. Na FGB, etapa obrigatória a todos os estudantes, a Imunologia foi suprimida, apesar de seu potencial para integrar conteúdos sobre doenças virais e bacterianas. Nos IF, o tema aparece apenas de maneira pontual, vinculado a tópicos como a biotecnologia voltada à produção de vacinas ou ao estudo dos sistemas circulatório e linfático, o que limita a compreensão ampla e contextualizada da área pelos estudantes.

O letramento científico é fundamental para a formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e avaliar informações relacionadas à saúde, ciência e tecnologia em contextos cotidianos (Garcia; Karl; Martins, 2024). Nesse sentido, a exclusão dos conteúdos de Imunologia da Formação Geral Básica, promovida com a adoção do currículo priorizado no

período pós-pandemia de COVID-19, comprometeu o desenvolvimento dessa competência, especialmente diante da relevância de temas como vacinas e doenças infecciosas para a vida em sociedade.

Cabe destacar que os conteúdos sugeridos na plataforma LRCO costumam sofrer alterações de um ano letivo para outro, tanto na abordagem quanto nos temas propostos. Esta análise baseia-se no material disponibilizado durante os anos letivos de 2024 e 2025.

2.3 METODOLOGIAS ATIVAS

Considerando a multiplicidade de conceitos e a demanda por capacidade de abstração, o ensino de Imunologia é frequentemente percebido como desafiador e complexo (Natale *et al.*, 2019; Castoldi; Albiero, 2021). Esta dificuldade pode resultar em lacunas de aprendizagem entre os estudantes da educação básica (Antunes *et al.*, 2022), potencialmente comprometendo sua capacidade de relacionar o conteúdo com experiências do cotidiano e, consequentemente, dificultando o reconhecimento da importância desse tema para suas vidas (Alves de Toledo *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018). Diante disso, ressalta-se a necessidade de introduzir novas metodologias de ensino, uma vez que as abordagens vigentes são consideradas pelos alunos como descontextualizadas e desmotivadoras (Sant'Anna; Aoyama, 2019).

Durante séculos, os métodos tradicionais de educação enfatizavam o ensino, com o professor sendo percebido como uma autoridade sobre o aluno (Nagai e Izeki, 2013; Ariès, 2006). O papel do professor era instruir, utilizando diferentes aspectos comportamentais, como compreensão, aplicação, criação, análise e avaliação, com as aulas expositivas sendo uma característica proeminente desse modelo (Mizukami, 1986).

As mudanças sociais, econômicas, políticas, culturais e tecnológicas ocorridas nas últimas décadas têm exercido um impacto significativo na vida das pessoas, nas relações interpessoais, no ambiente de trabalho e, consequentemente, no sistema educacional (Diesel; Balbez; Martins, 2017). Os métodos tradicionais de ensino, outrora justificados em períodos de acesso limitado à informação, agora enfrentam desafios diante da disseminação da Internet e da abundância de recursos educacionais online, que tornaram o aprendizado disponível em qualquer momento e lugar, viabilizando interações com uma variedade de indivíduos (Morán, 2015).

A compreensão de que os métodos de ensino são tão cruciais quanto os próprios conteúdos levou a uma análise das deficiências nas abordagens tradicionais, impulsionando a

busca por novas metodologias de ensino-aprendizagem (Paiva *et al.*; 2016). Práticas como a escuta ativa, a valorização das opiniões, a demonstração de empatia, a resposta e o estímulo às perguntas são elementos que impulsionam a motivação do estudante (Berbel, 2011), fomentando sua autonomia e protagonismo e contribuindo para criar um ambiente propício ao aprendizado (Diesel; Balbez; Martins, 2017; Krüger; Hilgert-Moreira, 2023).

Nesse contexto, encontram-se as metodologias ativas, que promovem a mudança do foco do ensino para a aprendizagem (Castellar, 2016a; Diesel; Balbez; Martins, 2017; Martins, 2020), colocando o estudante como o protagonista do próprio processo educacional (Freire, 2015; Mota; Rosa, 2018). Os métodos ativos não priorizam a memorização de conteúdos, mas sim o desenvolvimento do raciocínio e a capacidade contínua de aprendizado ao longo da vida dos indivíduos (Lovato *et al.*, 2018).

Para Pereira (2012, p.6) define metodologia ativa como:

> "Por Metodologia Ativa entendemos todo o processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes exclusivas do saber na sala de aula". (Pereira, 2012, p. 6).

As metodologias de ensino devem estar alinhadas aos objetivos desejados, visando incentivar a proatividade e a criatividade dos alunos. Isso é feito ao envolvê-los em atividades cada vez mais complexas, permitindo que tomem decisões e avaliem resultados para estimular a proatividade, enquanto são oferecidas diversas oportunidades para explorar novas possibilidades e expressar iniciativas criativas, visando fomentar a criatividade (Morán, 2015).

A aplicação de jogos no ensino de Imunologia tem se mostrado uma estratégia eficaz para estimular o engajamento, o interesse e a curiosidade dos estudantes, favorecendo a assimilação dos conceitos relacionados à disciplina. Estudos conduzidos por Filho, Santos e Maia (2022), Lima, Rodrigues e Silva (2020), Bonfim *et al*. (2019) e Machado e Carvalho (2018) evidenciam os impactos positivos dessa abordagem na aprendizagem da composição e do funcionamento do sistema imunológico. Além disso, a utilização de recursos visuais, como a produção de histórias em quadrinhos proposta por Paula-Júnior *et al*. (2021), a construção de mapas mentais desenvolvida por Santos e Alves (2024) e o uso de animações conforme sugerido por Rocha, Viana e Mota (2021), tem demonstrado eficácia na ampliação da compreensão dos conceitos imunológicos.

Novack (2020) identificou que a utilização de estudos de caso favorece a compreensão crítica dos conteúdos, promovendo a correlação entre teoria e prática. Além disso, Almeida e Santos (2015) e Almeida e Ramos (2017) relataram que abordagens artísticas, como o teatro e

a música, contribuem significativamente para a assimilação de conteúdos relacionados aos tipos celulares e às suas funções no sistema imunológico, tornando o processo de ensino mais dinâmico e interativo. No mesmo contexto, Junior e Bowles (2019) sugerem a realização de júris simulados baseados em problemas como uma estratégia eficaz para abordar a temática da vacinação, estimulando o debate fundamentado e a argumentação científica entre os estudantes.

As metodologias ativas de ensino estão alinhadas aos princípios da aprendizagem significativa, uma vez que ambas enfatizam o papel central do estudante no processo de construção do conhecimento, favorecendo uma aprendizagem mais profunda, crítica e reflexiva, promovendo a retenção duradoura dos conteúdos e estimulando a autonomia dos aprendizes (Pereira *et al*., 2021).

A adoção de abordagens metodológicas diversificadas, incluindo jogos, recursos visuais e estudos de caso, apresenta um elevado potencial para aprimorar o ensino de Imunologia. Essas estratégias não apenas favorecem a aprendizagem, como também contribuem para o desenvolvimento de competências essenciais, beneficiando estudantes em todos os níveis de ensino (Pinto *et al*., 2012; Barbosa; Moura, 2013; Aglen, 2015; Morgan, 2015; Marcondes, 2015; Kilgour; Grundy; Monrouxe, 2016; Mclean *et al*. 2016; Urias; Azeredo, 2017; Marques et al., 2021).

2.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino por investigação compartilha com as metodologias ativas a característica de posicionar o estudante como agente central do processo de aprendizagem, promovendo sua autonomia e o desenvolvimento do pensamento crítico (Castellar, 2016b). Enquanto as metodologias ativas abrangem um conjunto diverso de abordagens que incentivam a participação ativa dos alunos (Borges; Alencar, 2014), o ensino por investigação distingue-se por enfatizar a formulação de hipóteses, a experimentação e a construção do conhecimento a partir da resolução de problemas (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015; Brito; Brito; Sales, 2018).

Essa abordagem didática estimula os estudantes a desenvolverem a habilidade de questionamento, incentivando-os a formular perguntas com base nas respostas que buscam e no conhecimento que desejam construir (Márquez; Bonil; Pujol, 2005). Esse processo ocorre por meio da interação com o meio e da análise das informações disponibilizadas (Monteiro et al., 2021; Silva; Malheiro; Silva, 2024).

Ao favorecer a participação ativa do aluno em todas as etapas do processo de

aprendizagem, essa abordagem se destaca como um recurso pedagógico significativo, como enfatiza Azevedo (2004, p. 22):

> "utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações". (Azevedo, 2004, p. 22).

O ensino por investigação é reconhecido como uma abordagem didática, pois não se restringe a estratégias específicas, mas abrange as ações e práticas do professor ao propor tarefas e estratégias aos estudantes (Sasseron, 2015; Sasseron, 2018; Solino, 2019). Nesse modelo, é crucial proporcionar aos alunos a liberdade intelectual necessária para investigar problemas, permitindo-lhes a construção autônoma do conhecimento (Carvalho, 2013).

Por sua flexibilidade, essa abordagem pode ser aplicada em diversas disciplinas e contextos, superando as limitações de conteúdos específicos e promovendo a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento (Sasseron, 2015). O professor assume o papel de propositor de problemas e orientador, facilitando as interações entre alunos, materiais e informações, o que contribui para o engajamento dos estudantes e transforma tarefas de caráter burocrático em experiências de aprendizagens significativas (Sasseron, 2015).

Essas interações são essenciais para a investigação de problemas e a construção de explicações sobre fenômenos naturais, processos intimamente ligados à argumentação, uma prática central na atividade científica (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017). No ensino por investigação, a argumentação é uma ferramenta crucial, estreitamente associada ao desenvolvimento de práticas epistêmicas, e desempenha um papel fundamental na alfabetização científica dos alunos (Sasseron, 2020; Sasseron, 2015). A argumentação, além disso, é entendida como uma atividade intrinsecamente ligada à reflexão e à construção do conhecimento, configurando-se como um processo discursivo presente em várias esferas da vida cotidiana (Leitão, 2011).

A abordagem investigativa no ensino tem sido amplamente reconhecida como uma estratégia didática eficaz para a construção do conhecimento em Biologia (Trivelato; Tonidandel, 2015). Diferente de uma simples reprodução de experimentos com etapas predefinidas para a confirmação de conceitos, o ensino por investigação busca promover uma compreensão mais profunda dos processos científicos, indo além da mera transmissão de informações (Franco; Munford, 2020; Manz; Lehrer; Schauble, 2020; Franco, 2024). Essa abordagem didática enfatiza a criação de oportunidades para que os estudantes participem

ativamente do processo de aprendizagem, expressando ideias, formulando hipóteses, argumentando e dialogando com os colegas, ao mesmo tempo em que se apropriam dos critérios científicos e tomam decisões de forma colaborativa (Carvalho, 2018; Sasseron, 2015, Franco, 2024).

Segundo Brito e Fireman (2016), o ensino por investigação desenvolve no estudantes habilidades que incluem cooperação, concentração, organização, manipulação de equipamentos e compreensão de fenômenos, além de estimular o questionamento, o planejamento, a formulação de hipóteses, a construção de explicações baseadas em evidências e a comunicação científica.

A partir de uma revisão bibliográfica, Santos (2021) identificou uma produção acadêmica reduzida no Brasil referente ao ensino do sistema imunológico na educação básica. Apesar dessa limitação, a abordagem investigativa na educação imunológica demonstrou ser eficiente, conforme relatado nos estudos de Almeida e Trivelato (2015). Bonfim *et al*. (2019), por meio da utilização de situações-problema, evidenciaram um aprimoramento na compreensão dos estudantes sobre as funções das células do sistema imunológico. Além disso, pesquisas realizadas por Silva e Silva (2023), Silva, Barata e Souza (2022) e Oliveira (2022) apontaram um maior engajamento dos alunos em aulas remotas durante a pandemia ao se aplicarem sequências didáticas investigativas relacionadas à Imunologia.

2.5 LIVRO DIDÁTICO

Os livros didáticos desempenham um papel crucial no ambiente escolar, seja como ferramenta para organizar o conhecimento ou facilitador da prática educacional (Silva , 2012; Carvalho Neto, 2015; Artuso *et al*., 2019). Este recurso educacional contribui para fomentar a aprendizagem do aluno e para estimular a reflexão sobre como empregar o conhecimento adquirido na escola para ampliar sua compreensão da realidade (Tagliani, 2011).

Mesmo com acesso facilitado a uma variedade de recursos inovadores, o livro didático continua a ser a principal ferramenta de suporte ao professor nas escolas (Bastos; Gonçalves; Neto, 2022; Silva; Pires; Manszke, 2018; Morris, 2014; Occeli; Silva, 2012; Valeiras, 2013; Nunes, 2013). Ele não apenas auxilia na organização curricular e na prática pedagógica, mas também orienta o professor em todas as etapas do processo de ensino, desde o planejamento até a execução das atividades em sala de aula (Brandão, 2014; Marpica; Logarezzi, 2010),

constituindo um recurso importante no processo de ensino e aprendizagem (Pessoa, 2009; Marpica; Logarezzi, 2010).

O livro didático, concebido a partir da interação entre o indivíduo e seu ambiente (Macêdo, 2004), é uma ferramenta pedagógica que promove a transversalidade, sendo aplicável em diversas áreas do conhecimento (Marpica; Logarezzi, 2010). Ao adotar uma linguagem clara e coerente, facilita a compreensão do ambiente ao redor do estudante (Vasconcelos; Souto, 2003). Como uma das principais fontes de conhecimento para muitos estudantes, o livro deve utilizar uma linguagem que leve em consideração a maturidade intelectual do público a que se destina, mantendo, ao mesmo tempo, a fidelidade ao saber científico (Bastos; Gonçalves; Neto, 2022).

Adicionalmente, o livro didático pode se inserir no processo de formação da identidade e contribuir para a implementação das políticas educacionais (Horikawa; Jardilino, 2010), além de transcender as barreiras entre a ciência e a cidadania (Xavier; Freire; Morais, 2006), representando um produto cultural com considerável complexidade, carregado de valores e ideologias (Bittencourt, 1997).

Em muitos casos, o livro didático representa a única oportunidade de leitura tanto dentro do ambiente escolar quanto no ambiente familiar do aluno, ressaltando a importância dos alunos poderem manter consigo os livros didáticos, uma vez que o acesso a livros está diretamente relacionado ao poder econômico (Tagliani, 2011). Dentro desse cenário, é relevante ressaltar a significância do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), iniciado em 1929 e que atualmente encarregado da distribuição de livros didáticos para escolas públicas, abrangendo desde os anos iniciais do ensino fundamental até o Ensino Médio em todo o território nacional (Silva; Santos; Antero, 2019).

Apesar do papel significativo como meio de comunicação no sistema educacional, o livro didático não deve ser utilizado de forma acrítica (Luckesi, 1994). É necessário selecioná-lo e empregá-lo com discernimento, garantindo que não transmita conteúdos e métodos em desacordo com a perspectiva adotada. (Carvalho Neto, 2015; Luckesi, 1994). É fundamental destacar que o livro didático não oferece uma representação precisa da realidade, já que apresenta uma visão simplificada e idealizada do contexto em que vivemos, comumente omitindo questões que contrariam os padrões morais, bem como os fracassos e falhas da sociedade (Santos; Martins, 2011). Para otimizar o aproveitamento e garantir o uso correto desse recurso, o professor deve conhecer previamente o livro didático - sua estrutura, proposta e as formas de utilização possíveis, sendo fundamental uma análise cuidadosa antes da utilização (Brandão, 2014).

Os conteúdos de Imunologia nos livros didáticos, de maneira geral, são abordados de forma superficial, com pouca ênfase e um nível de detalhamento reduzido. Essa limitação resulta na omissão de informações relevantes, dificultando uma compreensão mais aprofundada do tema (Miranda; Rodrigues; Barros, 2022; Gueshi; Cunha, 2020; Fonseca, 2018; Montagnani; Menezes; Pinge-Filho, 2009). Além disso, a organização desse conteúdo varia entre as coleções didáticas, sendo comum a ausência de um capítulo específico sobre o assunto (Rodrigues, 2018). No que se refere à abordagem dos temas, observa-se que a vacinação e suas implicações são os conteúdos mais frequentemente explorados nos livros didáticos (Barreto & Teixeira, 2013; Succi; Wickbold; Succi, 2005.).

Diversos estudos analisaram a abordagem do tema Imunologia em livros didáticos do Ensino Médio, incluindo os trabalhos de Miranda, Rodrigues e Barros (2022), Azevedo (2022), Fonseca (2018) e Andrade, Araújo-Jorge e Coutinho-Silva (2014). No entanto, essas pesquisas foram realizadas com materiais didáticos anteriores à implementação do Novo Ensino Médio, período em que os livros eram organizados por disciplinas de forma independente. Com a reforma curricular, a estruturação dos livros didáticos passou a seguir a divisão por áreas do conhecimento, integrando Biologia, Química e Física no componente de Ciências da Natureza. Como consequência, as disciplinas deixaram de ser apresentadas em livros específicos e passaram a compor uma única coleção didática, distribuída em diversos volumes que abordam de maneira conjunta os temas dessas áreas.

2.6 MATERIAL PARADIDÁTICO

Empregados como suporte ao processo pedagógico em várias disciplinas (Campos, 2021), os materiais paradidáticos tendem a explorar a fundo temas específicos das matérias escolares, utilizando uma linguagem mais cativante para os alunos (Campos; Perin, 2021), suprindo ou complementando conteúdos curriculares de forma mais de maneira mais recreativa e visual (Laguna, 2001). São caracterizados como recursos educacionais utilizados com intenções didáticas, embora não tenham sido originalmente concebidos para esse propósito, e se distinguem dos materiais didáticos por apresentarem uma abordagem mais lúdica (Menezes, 2001).

Os materiais paradidáticos recebem apoio legal da Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB 9394/96, conforme exposto pelo Ministério de Educação e também têm respaldo nos documentos conhecidos como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e na Base

Nacional Comum Curricular (BNCC) (Oliveira *et al.*, 2018).

A relevância dos livros paradidáticos cresceu substancialmente com a implementação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que definiu os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) na década de 1990, abrindo espaço para a produção de obras destinadas ao uso em sala de aula, abordando temas transversais (Torres, 2012 *apud* Souza, 2014, p. 12).

Dada sua diversidade temática, os materiais paradidáticos podem ser empregados tanto no contexto da sala de aula quanto em atividades extracurriculares (Ferreira; Córdula, 2017), possibilitando o envolvimento do estudante no processo de aprendizagem, e ampliando sua compreensão de mundo (Moreno, 2009; Mateus *et al.*, 2013). Sendo assim, o uso de materiais paradidáticos é marcante não apenas na prática pedagógica do professor, mas também no processo de aprendizagem do aluno, portanto é um recurso que requer maior exploração e divulgação, visando atingir o máximo possível de profissionais envolvidos na área educacional.

No ensino de Imunologia, diversos recursos paradidáticos foram desenvolvidos para apoiar professores e estudantes, proporcionando estratégias didáticas que favorecem a compreensão dos conceitos imunológicos (Laguna, 2001; Moreno, 2009; Mateus et al., 2013). Para identificar exemplos desses materiais, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no Google Acadêmico, utilizando palavras-chave "Ensino", "Imunologia", "Ferramentas didáticas" e "Ferramenta lúdicas". A busca foi restringida ao período de 2020 a 2024, visando selecionar publicações mais recentes.

Entre as publicações encontradas na pesquisa bibliográfica (Quadro 3), foram localizados seis artigos científicos, dois resumos expandidos publicados em anais de eventos, três trabalhos acadêmicos e três *e-books* ou capítulos de *e-books*.

No que diz respeito aos recursos educacionais produzidos na forma de *e-book*, destaca-se "*Imunologia na sala de aula: sequências de ensino"*, de Almeida, Natale e Mello (2021), que apresenta um compilado de 14 sequências didáticas abordando diferentes temas relacionados à Imunologia. O *e-book "Macrophage: um jogo sério para o ensino de Imunologia"*, de Souza *et al.* (2020), explora o funcionamento fagocitário dos macrófagos por meio de um jogo digital. Já "*Proposta de recurso didático para o ensino de Imunologia a alunos com deficiência visual"*, de Vanderlei *et al*. (2020), descreve a elaboração de modelos didáticos táteis como ferramenta para o ensino de conteúdos imunológicos a estudantes com deficiência visual, com ênfase nos temas transplante e rejeição de órgãos.

QUADRO 3 – RECURSOS PARADIDÁTICOS PARA O ENSINO DE IMUNOLOGIA DISPONÍVEIS NO GOOGLE ACADÊMICO (2020-2024).

Tipo de publicação	Título	Recurso	Autoria
Artigos científicos	Produção de material didático inovador como Estratégia de letramento em saúde aplicável ao ensino de Imunologia.	Modelo didático tridimensional	Rodrigues *et al*. (2023)
	Imunocards: aprendendo as defesas do organismo jogando.	Jogo	Filho; Santos; Maia (2022).
	A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+.	Modelo didático tridimensional	Gonçalves (2021)
	História em quadrinhos como ferramenta para o ensino e aprendizagem sobre o novo Coronavírus.	História em quadrinhos	Paula-Júnior *et al.* (2021)
	Adaptação do dominó clássico como ferramenta de aprendizagem dos aspectos imunológicos da asma: Relato de experiência na educação médica.	Jogo	Silva *et al*. (2021)
	Desenvolvimento e validação do jogo Imuno alvo como metodologia ativa para o ensino de Imunologia.	Jogo	Damasceno *et a*l. (2020)
Resumos expandidos publicados em anais de eventos	*Game of bios*: um manual de RPG para o ensino de Ciências e Biologia	Jogo	Rodrigues *et al*. (2022)
	Immune: Um Serious Game como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem.	Jogo	Pontes; Rocha; Afonso (2020)
Teses, Dissertações, Monografias e Trabalhos de conclusão de curso	A trilha da vacina: o uso da gamificação como abordagem estratégica para a construção do conhecimento em Imunologia no ensino médio.	Jogo	Azevedo (2022)
	Sequência didática: interatividade com tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) para o aprendizado dos conceitos de antígeno e anticorpo por meio do ensino dos grupos sanguíneos ABO e Rh	Sequência didática	Moreira (2022)
	Identificando práticas epistêmicas na utilização de um jogo sério colaborativo para o ensino de Imunologia.	Jogo	Lima (2020)
E-books e capítulos de *e-books*	Imunologia na sala de aula: sequências de ensino.	*Anime* / Sequências didáticas	Almeida; Natale; Mello (2021)
	Macrophage: um jogo sério para o ensino de Imunologia.	Jogo	Souza *et al*. (2020)
	Proposta de recurso didático para o ensino de Imunologia a alunos com deficiência visual.	Modelo didático tridimensional	Vanderlei *et al*. (2020)

FONTE: Adaptada de Pio e Alves (2024)

Como pode ser observado, muitos dos títulos das publicações apresentadas no quadro descrevem seus produtos educacionais como materiais ou modelos didáticos. No entanto, de

acordo com Barreto e Melo (2023) e Campello e Silva (2018), tais produções caracterizam-se, na verdade, como materiais paradidáticos, uma vez que têm como objetivo complementar o uso do livro didático tradicional. Esses recursos apresentam uma abordagem menos rígida dos conteúdos escolares, visando apoiar o processo de escolarização de forma mais contextualizada e lúdica (Auletta, 2019).

3. METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

Neste estudo, adotou-se uma abordagem qualitativa de natureza descritiva, conforme caracterizada por Prodanov e Freitas (2013), que a definem como um tipo de investigação na qual o pesquisador registra e descreve os fenômenos observados. A pesquisa teve como enfoque a análise documental e bibliográfica (Gil, 2010; Silva; Menezes, 2005), empregando como instrumentos de coleta e análise de dados livros didáticos e os conteúdos de Imunologia neles abordados.

Os livros do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021 foram organizados em cinco categorias, denominadas “objetos” (Leal; Pereira, 2022). Esses objetos correspondem às diferentes modalidades de materiais didáticos e paradidáticos disponibilizados pelo programa, os quais foram selecionados pelas instituições de ensino conforme o cronograma estabelecido pelo Ministério da Educação (MEC). As categorias são:

- Objeto 1 – Obras de Projetos Integradores e Projetos de Vida;
- Objeto 2 – Obras Didáticas por Áreas do Conhecimento;
- Objeto 3 – Obras de Formação Continuada;
- Objeto 4 – Recursos Digitais;
- Objeto 5 – Obras Literárias.

O presente estudo concentrou-se exclusivamente na análise do objeto 2, correspondente às Obras Didáticas por Áreas do Conhecimento.

No contexto do Novo Ensino Médio, a disciplina de Biologia está inserida na área do conhecimento denominada "Ciências da Natureza e suas Tecnologias", juntamente com as disciplinas de Química e Física. Dessa forma, o material didático dessas três disciplinas passou a ser organizado em um único conjunto de livros, composto por seis volumes.

A seleção dos volumes analisados seguiu um processo metodológico baseado nas etapas propostas por Cardoso-Silva e Oliveira (2013). Inicialmente, foi realizada a leitura exploratória, que forneceu uma visão geral do material. Em seguida, a leitura seletiva focou na extração das informações relevantes para a fundamentação teórica e análise. Por fim, a leitura analítica permitiu uma análise detalhada do texto, considerando sua estrutura, argumentos e conceitos, alinhando-os aos objetivos da pesquisa.

Para a análise conduzida neste estudo, foram selecionadas três coleções de livros didáticos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, disponibilizadas em 2022 no

âmbito do Programa Nacional do Livro Didático de 2021 (PNLD) (Quadro 4).

QUADRO 4 - COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS ANALISADAS

Autores	Título	Outras informações
Amabis *et al*.	Moderna Plus	São Paulo Moderna, 2020
Mortimer *et al*.	Matéria, Energia e Vida – Uma abordagem multidisciplinar	São Paulo Scipione, 2020
Godoy, Dell'Agnolo e Melo	Multiversos	São Paulo FTD, 2020

FONTE: A autora (2023).

A coleção *Multiversos*, de Godoy, Dell'Agnolo, Melo (2020), foi selecionada devido à sua adoção por toda a Rede Estadual de Educação do Paraná. As coleções *Moderna Plus*, de Amabis *et al.* (2020), e *Matéria, Energia e Vida – Uma Abordagem Interdisciplinar*, de Mortimer *et al.* (2020), foram escolhidas por representarem diferentes editoras e por estarem completas nas bibliotecas das instituições de ensino em que a autora do estudo atua, ao contrário de outras coleções que não foram analisadas por não estarem disponíveis de forma integral.

A análise das obras seguiu quatro eixos, conforme proposto por Vasconcelos e Souto (2003): (i) conteúdo teórico, (ii) recursos visuais, (iii) atividades propostas e (iv) recursos adicionais (Quadro 5). Para cada eixo de análise, foram estabelecidos parâmetros específicos de observação, possibilitando uma avaliação criteriosa e a comparação entre as coleções selecionadas.

QUADRO 5 - CRITÉRIOS DE ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS.

Eixo	Parâmetro de Observação
1. Conteúdo teórico	1.1 Clareza no texto (definições e termos) 1.2 Contextualização e valorização do conhecimento prévio 1.3 Estímulo ao ensino por investigação
2. Recursos visuais	2.1 Coerência e valor didático da imagem 2.2 Escalas de tamanho da imagem 2.3 Títulos e/ou legendas e contiguidade espacial da imagem
3. Atividades propostas	3.1 Questões (quantidade, qualidade e diversidade) 3.2 Estímulo ao raciocínio lógico 3.3 Enfoque multidisciplinar
4. Recursos adicionais	4.1 Atividades práticas 4.2 Estímulo ao uso de novas tecnologias 4.3 Sugestões de filmes, séries, leitura complementar, etc..

FONTE: A autora (2023).

Para garantir a atualização e a fundamentação científica do conteúdo, as obras *Imunologia Celular e Molecular* (2019) e *Imunologia Básica* (2017), ambas de Abbas, Lichtman e Pillai, foram adotadas como as principais referências. Além disso, foram

consultadas as publicações *ImunoBiologia de Janeway*, de Murphy (2014), e *Imunologia básica: uma revisão aplicada a estudantes*, de Rodrigues (2022).

A avaliação do material foi realizada por meio de rubricas avaliativas desenvolvidas com critérios específicos para cada eixo de análise, com o objetivo de simplificar a tabulação e a interpretação dos dados. A utilização das rubricas não apenas permite a identificação da presença de cada critério avaliado, mas também possibilita a atribuição de um valor qualitativo para sua incorporação (Ávila; Cavalheiro, 2022). Adicionalmente, a representação dos dados em tabelas facilita a compreensão e permite uma interpretação rápida da magnitude dos dados (Marconi; Lakatos, 2003).

As rubricas avaliativas, adaptadas de Cunha, Resenha e Saraiva (2017), Júnior et al. (2023) e Vaz e Affonso (2024), foram elaboradas com o objetivo de classificar os parâmetros analisados no ensino sobre imunobiológicos, especificamente soro e vacina, em três níveis de adequação. A coleção foi considerada adequada quando atendeu integralmente a todos os critérios estabelecidos na rubrica; parcialmente adequada quando contemplou a maioria dos elementos propostos, mas não a totalidade deles; e inadequada quando atendeu a poucos ou nenhum dos critérios definidos.

A avaliação considerou a relevância de cada parâmetro dentro da área analisada, proporcionando uma visão abrangente da adequação dos materiais em relação às exigências educacionais. Além disso, foram examinados aspectos como coerência na organização dos conteúdos, clareza conceitual e alinhamento com as diretrizes curriculares vigentes. Por fim, a análise comparativa entre as coleções permitiu identificar padrões, semelhanças e divergências na abordagem dos conteúdos, contribuindo para a compreensão das estratégias adotadas por cada material.

Esse processo viabilizou uma investigação aprofundada da estruturação e apresentação dos temas, destacando possíveis lacunas ou fragilidades na abordagem dos conceitos fundamentais para o ensino de Imunologia. Foram observadas a forma como os materiais explicam os princípios científicos subjacentes aos imunobiológicos, a articulação entre teoria e prática e a presença de estratégias didáticas que favoreçam a aprendizagem significativa. A ênfase na compreensão de soros e vacinas possibilitou a identificação de eventuais inconsistências ou limitações na exposição desses conteúdos, o que pode impactar diretamente a formação dos estudantes.

No eixo "Conteúdo Teórico" (Tabela 1), foram avaliados como parâmetros: clareza do texto, contextualização e a valorização do conhecimento prévio e o estímulo ao ensino por investigação.

TABELA 1 - NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS DENTRO DO EIXO “CONTEÚDO TEÓRICO”

Nível	Parâmetro analisado
	Clareza no texto (definições e termos)
Atende	O texto utiliza terminologia imunológica precisa e acessível ao público-alvo, explicando termos técnicos quando necessário.
Atende parcialmente	A maioria dos termos imunológicos é definida e explicada, mas algumas palavras podem ser desconhecidas para leitores não especializados.
Não atende	O texto contém muitos termos técnicos sem explicação, dificultando a compreensão para a maioria dos leitores que não são da área.
	Contextualização e valorização do conhecimento prévio
Atende	Apresenta exemplos concretos e aplicações práticas dos imunobiológicos que se conectam diretamente com o cotidiano dos alunos, explorando diferentes contextos e trazendo informações atualizadas e relevantes.
Atende parcialmente	Inclui algumas aplicações práticas, porém com limitada diversidade ou contextualização, podendo haver mais esforço em trazer informações atualizadas e adequadas ao contexto dos alunos.
Não atende	Explora pouco a aplicabilidade prática dos conceitos, com pouca ou nenhuma relação com a realidade dos alunos, deixando de aproveitar o conhecimento prévio para enriquecer o entendimento.
	Estímulo ao ensino por investigação
Atende	Inclui atividades práticas e experimentos, perguntas orientadoras e estudos de casos, incentiva os alunos a realizarem pesquisas e explorar recursos on-line para aprender os conceitos imunológicos.
Atende parcialmente	São fornecidas sugestões de atividades práticas, perguntas para reflexão e estudos de caso, porém sem muita variedade e profundidade. São fornecidas algumas sugestões para pesquisas independentes e uso de recursos on-line, porém com pouca orientação ou suporte ao aluno.
Não atende	Não há ou há poucas sugestões de atividades práticas, perguntas orientadoras, estudos de caso, sugestões de pesquisa ou de uso de recursos on-line.

FONTE: A autora (2024)

No eixo "Recursos Visuais" (Tabela 2), foram analisados os parâmetros de coerência e valor didático das imagens, bem como a adequação das escalas e do tamanho das ilustrações. Além disso, a presença de título e/ou legendas foi agrupada em um único parâmetro junto à contiguidade espacial das imagens, considerando sua relevância para a compreensão do conteúdo.

TABELA 2 - NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS DENTRO DO EIXO “RECURSOS VISUAIS”

Nível	Parâmetro analisado
	Coerência e valor didático da imagem
Atende	As imagens estão relacionadas aos elementos textuais, complementando e elucidando os conceitos apresentados em Imunologia de soros e vacinas.
Atende parcialmente	As imagens se relacionam com o tema, mas a conexão com o texto é um tanto vaga. Embora proporcionem alguma compreensão extra, elas não capturam plenamente os conceitos discutidos, o que deixa a relação com o conteúdo ambígua ou superficial. Ou, embora cumpram seu papel visualmente, as imagens apresentadas contemplam apenass um dos tipos de imunobiológicos (soro ou vacina).
Não atende	Possui imagens sem relação clara com o texto ou ao tema do capítulo, não ajudando na compreensão do conteúdo didático. Imagens consideradas confusas, irrelevantes ou incorretas em relação aos conceitos do livro.
	Escalas de tamanho da imagem
Atende	As imagens incluem escalas de tamanho claramente definidas, ou indicam estar fora de escala, o que facilita a compreensão das dimensões dos elementos representados.
Atende parcialmente	Algumas imagens podem conter escalas de tamanho, porém estas podem não estar claramente definidas ou ser menos precisas, dificultando a compreensão do aluno.
Não atende	Escalas de tamanho ausentes nas imagens, dificultando a compreensão das dimensões dos elementos e a contextualização adequada dos conceitos de Imunologia de soros e vacinas.
	Título e/ou legendas e contiguidade espacial
Atende	Os títulos e legendas são precisos e fornecem informações relevantes sobre a imagem. Há uma clara proximidade espacial entre os elementos visuais e o texto, o que facilita a compreensão do conteúdo.
Atende parcialmente	Os títulos e legendas são pouco informativos, oferecendo apenas uma visão limitada da imagem, e a relação espacial entre os elementos visuais e o texto pode ser imprecisa.
Não atende	Os títulos e legendas são imprecisos ou ausentes, não fornecendo informações relevantes sobre a imagem. A relação espacial entre elementos visuais e texto é confusa, dificultando a compreensão do conteúdo.

FONTE: A autora (2024)

O eixo "Atividades Propostas" (Tabela 3) avaliou a quantidade, qualidade e diversidade das questões presentes nos capítulos que tratam do tema Imunologia, considerando, ainda, o estímulo ao raciocínio lógico e a presença de abordagens multidisciplinares nas atividades propostas.

TABELA 3 - NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS DENTRO DO EIXO “ATIVIDADES PROPOSTAS”

Nível	Parâmetro analisado
	Questões (quantidade, qualidade e diversidade)
Atende	As atividades oferecem uma variedade de questões distribuídas equilibradamente entre múltipla escolha, discursivas e práticas, com diferentes níveis de dificuldade, estimulando o pensamento crítico dos alunos.
Atende parcialmente	As atividades contêm uma quantidade suficiente de questões, mas poderiam diversificar mais em termos de formatos e níveis de dificuldade. Algumas questões são mal formuladas ou ambíguas, o que pode dificultar a compreensão dos alunos.
Não atende	As atividades são limitadas em quantidade e qualidade. Apresentam formato repetitivo e formulações confusas. Falta variedade significativa e uma progressão adequada de dificuldade.
	Estímulo ao raciocínio lógico
Atende	As atividades oferecem uma variedade de desafios que promovem o raciocínio lógico e a resolução de problemas, com perguntas claras e progressivamente complexas, incentivando a criatividade na abordagem das soluções.
Atende parcialmente	Algumas atividades promovem o raciocínio lógico, mas faltam variedade e complexidade. As instruções confusas dificultam a compreensão dos alunos, havendo a necessidade melhorias na diversidade e clareza das atividades.
Não atende	Atividades não promovem o raciocínio lógico, com predominância de exercícios mecânicos. Instruções confusas prejudicam a resolução de problemas pelos alunos, e a criatividade na abordagem dos conceitos lógicos não é incentivada.
	Enfoque multidisciplinar
Atende	As atividades integram diversas disciplinas, permitindo aos alunos aplicar conceitos de diferentes áreas do conhecimento, incentivando a reflexão sobre a inter-relação entre as disciplinas e sua aplicação prática.
Atende parcialmente	Algumas atividades adotam uma perspectiva multidisciplinar, porém as conexões entre disciplinas nem sempre são evidentes. As oportunidades para integrar conceitos de diferentes áreas são limitadas, necessitando de melhorias.
Não atende	As atividades não adotam uma abordagem multidisciplinar, focando em conteúdos específicos de uma disciplina e negligenciando conexões entre diferentes áreas do conhecimento e a aplicação prática dos conceitos.

FONTE: A autora (2024)

O último eixo, intitulado "Recursos Educacionais" (Tabela 4), analisou a inclusão de atividades práticas, o incentivo ao uso de novas tecnologias e a recomendação de materiais complementares, como filmes, séries e leituras adicionais, fundamentais para engajar os estudantes no processo de aprendizagem.

TABELA 4 - NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS DENTRO DO EIXO “RECURSOS EDUCACIONAIS”

Nível	Parâmetro analisado
	Atividades práticas
Atende	Inclui sugestões de atividades práticas sobre imunobiológicos alinhadas aos conteúdos, com instruções detalhadas e acessíveis para uso em sala de aula.
Atende parcialmente	Apresenta algumas sugestões de atividades práticas, porém estas não estão completamente alinhadas com os conteúdos e não são facilmente acessíveis para utilização em sala de aula.
Não atende	Não oferece sugestões de atividades práticas ou experimentos relevantes para o conteúdo abordado.
	Estímulo ao uso de novas tecnologias
Atende	Oferece sugestões de recursos educacionais que promovem ativamente o uso de novas tecnologias, como aplicativos, softwares, ou recursos online, para enriquecer o processo de aprendizagem.
Atende parcialmente	Algumas sugestões de recursos educacionais relacionam-se ao uso de novas tecnologias, porém sua presença é limitada ou sua integração não é totalmente eficaz.
Não atende	Não inclui sugestões de recursos educacionais que incentivem o uso de novas tecnologias como parte do processo de ensino-aprendizagem.
	Sugestões de filmes, séries, leitura complementar, etc.
Atende	Oferece uma variedade de sugestões de recursos educacionais, como filmes, séries, livros complementares, entre outros, que enriquecem o aprendizado e estão diretamente relacionados ao conteúdo abordado.
Atende parcialmente	Algumas sugestões de recursos educacionais são fornecidas, mas sua diversidade ou relevância para o conteúdo pode ser limitada.
Não atende	Não inclui sugestões de filmes, séries, leitura complementar, ou outros recursos educacionais adicionais relacionados ao conteúdo estudado.

FONTE: A autora (2024)

As rubricas avaliativas foram elaboradas com base nos princípios estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que prioriza o desenvolvimento de competências como a curiosidade intelectual e a investigação científica. Essa abordagem visa não apenas proporcionar uma aprendizagem mais envolvente, mas também incentivar a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, estimulando os estudantes a refletirem sobre sua realidade. O objetivo foi conectar os conteúdos escolares à realidade dos estudantes, promovendo, dessa forma, uma aprendizagem significativa e engajadora (BRASIL, 2018b).

3.2 METODOLOGIA PARA ESCRITA DE *E-BOOK* (RECURSO EDUCACIONAL)

Após a coleta de dados sobre os livros didáticos, foi elaborado um material paradidático em formato de *e-book*, com o objetivo de apoiar o ensino de Imunologia, enfatizando a função e o mecanismo de ação de soros e vacinas. A construção desse recurso educacional seguiu cinco etapas: (i) planejamento, (ii) pesquisa e coleta de informações, (iii) escrita e desenvolvimento do conteúdo, (iv) formatação e *design* e (v) revisão e adaptação.

Na etapa de planejamento foram definidos os objetivos, o público-alvo e a estrutura do material (Quadro 6).

QUADRO 6 - DETALHAMENTO DA ETAPA DE PLANEJAMENTO DO *E-BOOK*.

Item	**Definição para a construção do material**
Objetivos	Apresentar os conceitos fundamentais de Imunologia, soros e vacinas, ressaltando suas diferenças, aplicações e relevância para a saúde pública. Incluir exemplos práticos, contextualização histórica e uma abordagem científica acessível.
Público-alvo	Professores e estudantes do Ensino Médio que desejam usar o material como recurso paradidático.
Estrutura do *e-book*	Capítulos abordando os seguintes conteúdos: 1. Conceitos fundamentais de Imunologia. 2. História, composição e função das vacinas. 3. História, composição e função dos soros. 4. Comparação entre as aplicações de vacinas e soros. 5. Desinformação sobre imunobiológicos (*fake news*). 6. Propostas de atividades didáticas envolvendo imunobiológicos. 7. Questões de ENEM e vestibulares relacionadas aos temas abordados.

FONTE: A autora (2025).

A pesquisa e a coleta de informações ocorreram de forma contínua antes e durante o processo de elaboração do material paradidático, com base nas obras Imunologia Celular e Molecular (2019) e Imunologia Básica (2017), de Abbas, Lichtman e Pillai, Imunbiologia de Janeway, de Murphy (2014), e Imunologia básica: uma revisão aplicada a estudantes, de Rodrigues (2022). Também foram consultados materiais complementares, com destaque para os portais do Instituto Butantan (https://butantan.gov.br/), da Fundação Oswaldo Cruz (https://fiocruz.br/), da Revista Pesquisa Fapesp (https://revistapesquisa.fapesp.br/), do Ministério da Saúde (https://www.gov.br/saude./pt-br) e da Organização Mundial da Saúde (https://www.who.int/pt/about) além do *e-book* Imunologia Básica: uma introdução para quem quer entender os conceitos básicos de Imunologia, criado pela Sociedade Brasileira de Imunologia (2022).

Na fase de escrita e desenvolvimento do conteúdo, a linguagem foi ajustada ao nível de compreensão dos estudantes do Ensino Médio, utilizando vocabulário acessível e evitando

termos técnicos sem explicação. Foram empregados exemplos práticos, como campanhas de vacinação e a pandemia de COVID-19, para contextualizar os conceitos de imunização. Também foram criados estudos de caso para estimular a aplicação do conhecimento. Além disso, seções como "Você Sabia?", "Saiba Mais" e "Outras Sugestões" foram incluídas para fornecer informações complementares que favorecem o engajamento e aprofundam a compreensão dos conceitos.

A formatação e o *design* do *e-book* foram elaborados por meio da plataforma Canva (https://www.canva.com/), que possibilitou a criação de um *layout* visualmente atrativo e funcional, adequado ao público-alvo. A ferramenta, de acesso livre e gratuito, permitiu a integração intuitiva de textos e imagens, estas também disponibilizadas gratuitamente pela própria plataforma, assegurando a organização do conteúdo de forma clara e acessível. A etapa final de revisão e adaptação teve como objetivo otimizar a estrutura do texto, das tabelas e das imagens, além de corrigir eventuais erros de redação e de apresentação dos conteúdos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Após a leitura exploratória, que proporcionou uma visão geral do material, seguida da leitura seletiva, direcionada à identificação das informações relevantes para a fundamentação teórica e análise, verificou-se que o tema Imunologia foi abordado de forma limitada, estando presente em apenas alguns volumes de cada coleção analisada (Quadro 7).

QUADRO 7 - ABORDAGEM DE CONTEÚDOS SOBRE IMUNOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO NOVO ENSINO MÉDIO.

Coleção	Volume	Imunologia
Moderna Plus Amabis *et al*. Editora Moderna (2020)	Universo e Evolução	-
	Ciência e Tecnologia	-*
	Matéria e Energia	Aborda
	Humanidade e Ambiente	-
	Água e Vida	-*
	O conhecimento científico	-
Matéria, Energia e Vida Mortimer *et al*. Editora Scipione (2020)	O Universo, a Terra e a Vida	-*
	O Mundo atual: Questões Sociocientíficas	Aborda
	Materiais, Luz e Som: Modelos e Propriedades	-
	Materiais e Energia: Transformação e Conservação	-
	Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade	-*
	Desafios contemporâneos da Juventude	-*
Multiversos Godoy, Dell'Agnolo e Melo Editora FTD (2020)	Origens	-*
	Movimentos e Equilíbrios da Natureza	-
	Matéria, Energia e Vida	-*
	Eletricidade na Sociedade e na Vida	-*
	Ciência, Tecnologia e Cidadania	Aborda
	Ciência, Sociedade e Ambiente	-
- Tema não abordado -* Tema é mencionado (em exercícios e/ou textos), mas não constitui o foco principal do conteúdo.		

FONTE: O autor (2024)

A análise preliminar do material possibilitou a identificação dos volumes que abordavam conceitos de Imunologia, com destaque para aqueles que tratavam sobre soro e vacina. Além disso, observou-se que alguns volumes mencionavam esses conceitos de maneira superficial, utilizando-os principalmente para ilustrar outros temas ou compor exercícios.

Na coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias, da Editora Moderna, Amabis *et al*. (2020), o tema Imunologia é abordado de forma breve no volume Matéria e Energia, especificamente no capítulo “Fisiologia Humana: Digestão, Respiração, Circulação do Sangue e Excreção”, dentro do subtema “Sistema Cardiovascular e Circulação do Sangue e da Linfa”. Nesse contexto, o sistema imunológico não é aprofundado, sendo

mencionados apenas de forma simplificada alguns conceitos relacionados a soro e vacina. Entre os seis volumes da coleção, apenas outros dois — Ciência e Tecnologia e Água e Vida — fazem referência a conceitos de Imunologia.

A coleção didática Ciências da Natureza: Matéria, Energia e Vida – Uma Abordagem Multidisciplinar, de Mortimer *et al*. (2020), publicada pela Editora Scipione, dedica um capítulo específico ao estudo do sistema imunológico, intitulado "Imunização e Medicamentos", presente no volume O Mundo Atual: Questões Sociocientíficas. Embora esse capítulo contemple aspectos do sistema imunológico, a abordagem sobre vacinas e soros é superficial. Além disso, conceitos de Imunologia são mencionados de forma breve em outros volumes da coleção, como O Universo, a Terra e a Vida, Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade e Desafios Contemporâneos da Juventude.

A coleção Multiversos – Ciências da Natureza, de Godoy, Dell'Agnolo e Melo (2020), apresenta o conteúdo de Imunologia de forma breve, com pouca contextualização e distribuído de maneira fragmentada. Nos volumes Eletricidade na Sociedade e na Vida, Matéria, Energia e Vida e Origens, os conceitos imunológicos são abordados de forma superficial, aparecendo apenas em exemplos, exercícios ou contextualizações pontuais. No entanto, no volume Ciência, Tecnologia e Cidadania, há um capítulo específico intitulado "Vacinas e Soros", que explora com maior profundidade as diferenças entre esses imunobiológicos, além de abordar o sistema imunológico em relação ao sistema sanguíneo ABO e a aspectos da biotecnologia.

A leitura analítica, que envolve uma análise detalhada do texto e de sua estrutura, foi restrita aos volumes de cada coleção com maior enfoque no tema da Imunologia, particularmente nos imunobiológicos soro e vacina. Os volumes que não trataram esses temas de forma relevante foram descartados, pois não estavam alinhados aos objetivos da pesquisa. Dessa forma, a análise aprofundada foi restrita a um volume de cada coleção, os quais são (Figura 1):

- Moderna Plus, Amabis *et al.,* Editora Moderna (2020) – "Matéria e Energia";
- Matéria, Energia e Vida, Mortimer *et al.,* Editora Scipione (2020) – "O mundo atual: questões sociocientíficas";
- Multiversos, Godoy, Dell'Agnolo e Melo*,* Editora FTD (2020) – "Ciência, Tecnologia e Cidadania".

FIGURA 1 - VOLUMES SELECIONADOS DAS COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DETALHADA.

FONTE: Adaptado de fotos de divulgação PNDL (Programa Nacional do Livro Didático).

As análises realizadas indicam uma diluição significativa dos conteúdos da disciplina de Biologia nos livros didáticos do Novo Ensino Médio, com os temas sendo tratados de forma superficial e fragmentada. Essa abordagem compromete a profundidade e a continuidade dos conceitos, dificultando a compreensão integrada dos processos biológicos. Estudos como os de Souza, Santos e Melo (2023) e Leal e Pereira (2022) apontam essa fragmentação e esvaziamento curricular nos materiais didáticos, refletindo na perda da coesão e profundidade do ensino.

4.1.1. Eixo 1 – Conteúdo teórico

A análise da abordagem teórica da Imunologia nos livros didáticos selecionados baseou-se em critérios educacionais essenciais, como o nível de compreensão, a promoção da resolução de problemas e a integração do conhecimento com situações reais. Esses critérios fundamentam-se na concepção do livro didático como um recurso pedagógico essencial, que vai além de um suporte para a transmissão e assimilação eficaz do conhecimento (Dominguini, 2010), desempenhando também um papel estruturante na prática docente ao fornecer orientação e apoio para o alcance dos objetivos educacionais (Sena, 2016; Peronavo; Amaral, 2023).

Com base na definição dos níveis de classificação de cada parâmetro, as coleções foram analisadas individualmente para avaliar sua abordagem teórica dos conteúdos relacionados aos imunobiológicos, soros e vacinas (Quadro 8).

QUADRO 8 - AVALIAÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE IMUNOLOGIA – EIXO “CONTEÚDO TEÓRICO”.

Parâmetro	**Livro**		
	A	**B**	**C**
Clareza no texto (definições e termos)	Atende parcialmente	Atende	Atende
Contextualização e valorização do conhecimento prévio	Atende parcialmente	Atende parcialmente	Não atende
Estímulo ao ensino por investigação	Atende parcialmente	Atende parcialmente	Não atende
Coleção: • A - Multiversos (FTD, 2020); • B – Matéria, Energia e Vida (Scipione, 2020); • C – Moderna Plus (Moderna, 2020).			

FONTE: A autora (2024)

4.1.1.1 Clareza no texto (definições e termos)

Em relação ao parâmetro "clareza no texto (definições e termos)", as coleções didáticas das editoras Scipione e Moderna atenderam integralmente ao critério, enquanto a coleção da editora FTD atendeu parcialmente. Para ilustrar essa questão, serão analisadas as formas como os conceitos de anticorpos e antígenos são apresentados pelas coleções. A coleção Moderna Plus, da editora Moderna, emprega uma linguagem apropriada ao público-alvo, como pode ser observado no trecho a seguir:

> “ Anticorpos são proteínas capazes de reconhecer e de se ligar especificamente ás substâncias estranhas que induziram sua formação, genericamente chamadas de antígenos. A reação entre o anticorpo e o antígeno é altamente específica: cada tipo de anticorpo reconhece um único tipo de antígeno.” (Amabis *et al*.., 2020, p. 101).

A obra Matéria, Energia e Vida, da editora Scipione, apresenta definições objetivas e diretas, facilitando a compreensão dos estudantes do Ensino Médio. A explicação sobre antígenos e linfócitos é clara e organizada, com frases curtas que relacionam os conceitos essenciais sem sobrecarregar o leitor com informações excessivas. Essa abordagem pode ser verificada nos trechos a seguir:

> “ Toda substância que gera respostas por parte dos linfócitos B ou T é chamada de antígeno. Antígenos são proteínas virais ou bacterianas que se ligam aos receptores dos linfócitos.” (Mortimer *et al.*, 2020, p. 91).

> “Linfócitos B: produzem anticorpos, proteínas especificas conhecidas como imunoglobulinas, que se ligam ao agente estranho, o antígeno, por meio de proteínas de superfície, para sua posterior destruição.” (Mortimer *et al.*, 2020, p. 92).

Por sua vez, a coleção Multiversos, da editora FTD, apresenta as informações de forma mais extensa e agrupada, o que pode dificultar a compreensão para estudantes do Ensino

Médio. A explicação busca contextualizar os conceitos dentro do sistema imunológico, mas, ao apresentar vários termos interligados em um único parágrafo, exige que o leitor faça conexões simultâneas entre eles, como pode ser verificado no trecho a seguir:

> "Os linfócitos são um tipo específico de células de defesa presentes no sangue. Eles possuem receptores em sua membrana que reconhecem antígenos. Os antígenos são estruturas específicas presentes na superfície de agentes invasores que desencadeiam a produção de anticorpos. Os anticorpos, por sua vez, são glicoproteínas produzidas pelos linfócitos para o combate dos antígenos." (Godoy; Dell' Agnolo; Melo., 2020, p. 77).

A explicação, ao integrar de maneira conjunta aspectos relacionados à linfócitos, antígenos e anticorpos, pode comprometer a compreensão dos estudantes, particularmente daqueles com conhecimento prévio limitado sobre o tema, o que, em certos casos, pode resultar em desestímulo para a aprendizagem:

> [...] excesso do emprego de termos científicos presentes nos diferentes textos que circulam nas aulas de ciências é notório e são recebidas pelos alunos, geralmente, com grande repulsa e dificuldade o que acaba fazendo com que eles apenas decorem os termos e suas definições para fins de avaliações (PERLINGEIRO; GALIETA, 2016, p. 3933).

Segundo Paixão *et al*. (2017), o ensino de Biologia é frequentemente marcado pela abstração de conceitos complexos, pelo uso de nomenclaturas difíceis de serem assimiladas e pela escassez de conexão com a realidade dos educandos. Essas características podem resultar em uma abordagem pouco atrativa e de difícil engajamento, afetando negativamente o interesse e a compreensão dos estudantes.

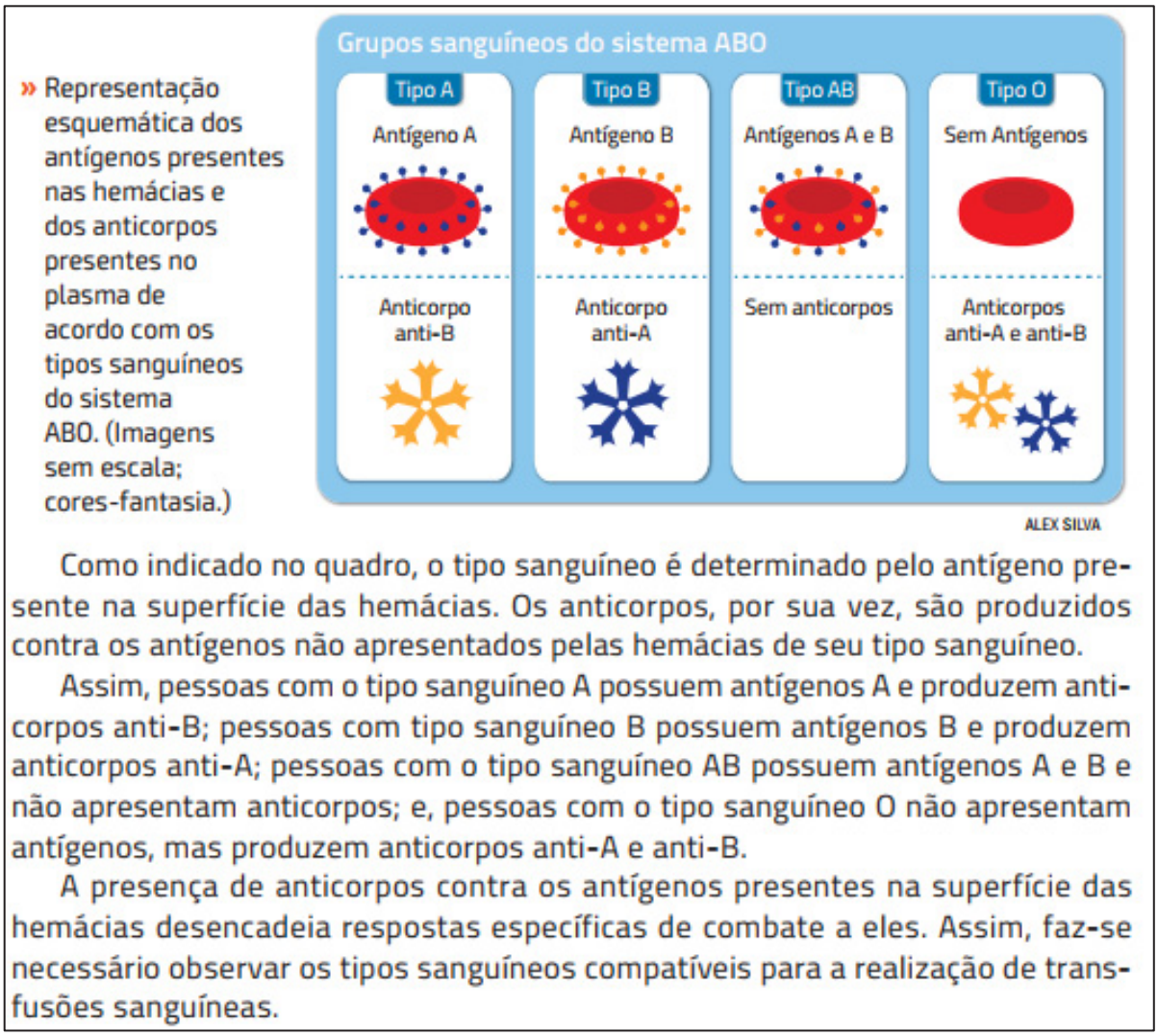
A utilização de recursos educacionais, como glossários, contribui para a adequação do material didático, favorecendo a compreensão dos conteúdos pelos estudantes. Albuquerque *et al*. (2015) ressaltam que o desenvolvimento de ferramentas que associam termos a seus respectivos conceitos constitui uma estratégia eficaz para o ensino de ciências. Nesse contexto, estudos realizados por Aguiar, Paulo e Silveira (2021) enfatizam a relevância de glossários e dicionários biológicos como instrumentos que facilitam a assimilação dos conteúdos e a construção do conhecimento científico. Além disso, Nunes e Votto (2018) destacam que o estudo de terminologias promove a reflexão, ampliando a compreensão e a capacidade de dedução dos estudantes.

4.1.1.2 Contextualização e valorização do conhecimento prévio

A coleção Multiversos – FTD, apresenta um exemplo interessante ao utilizar o

sistema sanguíneo ABO para contextualizar o conteúdo e ativar o conhecimento prévio dos estudantes (Figura 2).

FIGURA 2 - EXEMPLO UTLIZADO PELA COLEÇÃO MULTIVERSOS PARA CONTEXTUALIZAR IMUNOLOGIA.



FONTE: Coleção Multiversos - Ciência, Tecnologia e Cidadania – FTD (2020).

No entanto, a obra não explora outros contextos que poderiam ampliar a compreensão do tema, limitando a diversidade de abordagens. Ao tratar de soros e vacinas, a coleção não utiliza exemplos atualizados e contextualizados nem estabelece uma comparação clara entre esses imunobiológicos, o que pode dificultar a assimilação de suas diferenças e aplicações práticas. Além disso, as informações apresentadas não estabelecem uma conexão direta com o cotidiano dos estudantes, reduzindo o potencial de engajamento e significação do aprendizado. Dessa forma, considera-se que a obra atende parcialmente os requisitos estabelecidos na rubrica avaliativa desse item, fato que seria melhorado caso apresentasse

recursos como notícias atualizadas sobre o tema, sugestões de pesquisas.

Como recurso didático, o volume analisado de Matéria, Energia e Vida – Scipione também atendeu parcialmente aos critérios avaliados, uma vez que explora de forma limitada as aplicações práticas dos imunobiológicos, oferecendo poucas conexões diretas com o cotidiano dos alunos. Embora apresente alguns exemplos e definições básicas sobre vacinas e soros, o material não amplia a aplicabilidade prática desses conceitos para situações do dia a dia ou contextos de relevância atual. Atividades relacionadas à pandemia de COVID-19 e ao retorno do sarampo no Brasil representam um esforço de contextualização mais atual, já que o texto do capítulo não traz nenhuma contextualização.

No que diz respeito aos imunobiológicos, a coleção aborda os efeitos da vacinação na saúde coletiva, mencionando a erradicação da varíola, mas limita-se a uma campanha histórica, sem expandir para exemplos contemporâneos aplicáveis ao contexto dos estudantes. Dessa forma, temas como o funcionamento das vacinas e o impacto dos programas de imunização são abordados de maneira descritiva e geral, sem aprofundar as conexões entre o conhecimento científico e as práticas sociais, como as campanhas de vacinação contemporâneas ou a importância da imunização na prevenção de surtos epidêmicos. A soroterapia, por sua vez, é mencionada de forma breve, limitada a um único parágrafo, sem qualquer contextualização ou desenvolvimento aprofundado sobre seu papel e aplicações práticas na saúde pública.

A coleção Moderna Plus – Moderna não atende plenamente aos parâmetros estabelecidos para a avaliação da contextualização e valorização do conhecimento prévio dos estudantes. Embora o volume analisado apresente explicações sobre a importância das vacinas e soros, a abordagem carece de exemplos práticos e de uma contextualização atualizada que relacione diretamente esses conceitos ao cotidiano dos alunos. Observa-se a ausência de uma exploração mais aprofundada de temas contemporâneos, como campanhas de vacinação, o papel das vacinas na saúde pública e a relevância da imunização em contextos pandêmicos, bem como uma valorização mais efetiva dos conhecimentos prévios dos estudantes. Além disso, a inserção do tema de forma resumida, no contexto de outros sistemas humanos, compromete a profundidade com que o sistema imunológico é abordado na coleção.

A contextualização do ensino estabelece conexões entre o conteúdo e a realidade dos estudantes, favorecendo o engajamento, estimulando a curiosidade e promovendo um aprendizado mais significativo. Para Oliveira *et al*. (2024) a contextualização representa uma estratégia para superar essa fragmentação do ensino científico. A contextualização

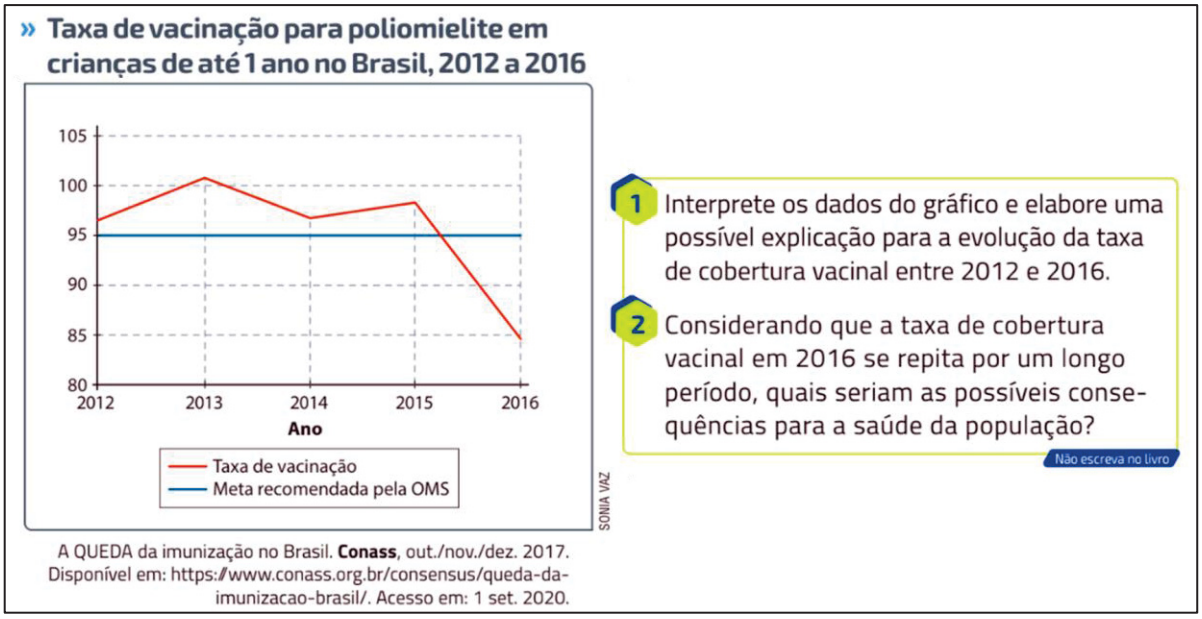
transforma os conteúdos em meios para a interação com o mundo, permitindo ao educando construir uma visão crítica da realidade (Ramos, 2003) e ao professor assumir, de fato, o seu papel de mediador (ativo) dos processos de ensino e aprendizagem (Kato; Kawasaki, 2011). Contextualizar o ensino torna as aulas mais atraentes, despertando o interesse e a curiosidade dos alunos pela disciplina (Maffi *et al*., 2018; Albuquerque, 2019).

A valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes é essencial na elaboração de materiais didáticos, pois esses conhecimentos servem como alicerce para a construção de novos saberes. Essa constatação é corroborada pelos estudos de Moreira e Masini (2001), Ausubel (2003), Sobral e Teixeira (2007); Moreira (2011) e Pivatto (2014).

4.1.1.3 Estímulo ao Ensino por Investigação

A coleção Multiversos incorpora questões norteadoras sobre cobertura vacinal e saúde coletiva ao longo do capítulo (Figura 3).

FIGURA 3 - QUESTÕES NORTEADORAS SOBRE VACINAS E CAMPANHAS DE VACINAÇÃO.



FONTE: Adaptado de Coleção Multiversos - Ciência, Tecnologia e Cidadania – FTD (2020).

A coleção Matéria, Energia e Vida adota uma abordagem distinta ao incluir, na seção de atividades, questões que estimulam a reflexão e a análise crítica sobre temas relacionados à Imunologia, abordando tópicos como a COVID-19 (Figuras 4 e 5).

FIGURA 4 - ATIVIDADE COM CARÁTER INVESTIGATIVO (INTRODUÇÃO).

ATIVIDADE 1

Analisando a resposta imune ao SARS-CoV-2

INVESTIGAÇÃO

MATERIAL

Material para anotação e dispositivos com acesso à internet para consultas.

O QUE FAZER

1. Observe um modelo de resposta imune desencadeada pela infecção por SARS-CoV-2:

Neste modelo, pesquisadores indicam que a resposta imune do organismo ao SARS-CoV-2 envolve, principalmente, os seguintes eventos:

A. Ao entrar no organismo, os vírus SARS-CoV-2 infectam células dos alvéolos pulmonares, pois estas têm o receptor ACE2.

B. Ação de neutrófilos e diferenciação de monócitos em macrófagos nos alvéolos pulmonares infectados.

C. Produção de citocinas.

D. Linfócitos B e plasmócitos produzem anticorpos específicos para o SARS-CoV-2.

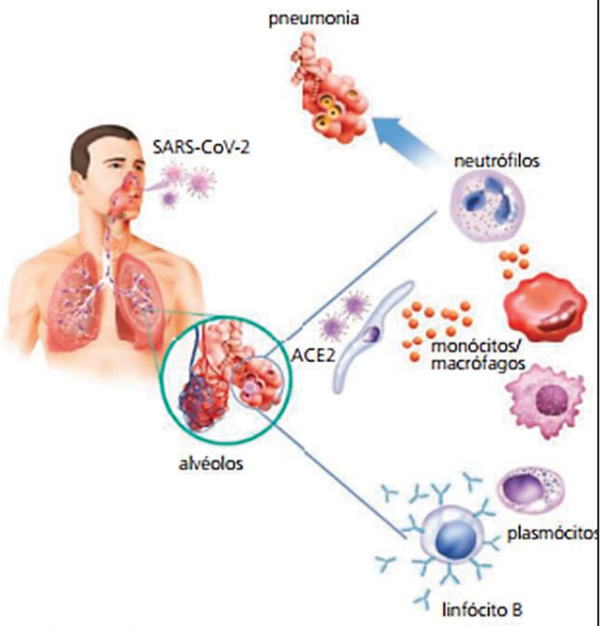


Figura 5.13 – Representação esquemática de resposta imune gerada pelo SARS-CoV-2. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

FONTE: Adaptado de Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

FIGURA 5 - ATIVIDADE COM CARÁTER INVESTIGATIVO (QUESTÕES).

Paralelamente, outras pesquisas indicam que, em exames laboratoriais de indivíduos que desenvolveram o estado grave da doença, observaram-se os seguintes resultados:

I. Alto nível de citocinas

II. Aumento exacerbado de neutrófilos

III. Diminuição dos linfócitos B

a) Observe os principais eventos da resposta imune do organismo à infecção pelo SARS-CoV-2. Descreva o que ocorre no organismo após o evento D, no caso de um indivíduo que não desenvolveu o estado grave da doença.

b) Utilize os resultados dos exames laboratoriais de indivíduos que desenvolveram o estado grave da doença para explicar como os eventos da resposta imune podem ser afetados.

REFLEXÃO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Tendo em vista o conjunto de dados analisado na questão anterior, pesquisadores formularam a seguinte hipótese:

"Um dos fatores associados ao estado grave da doença causada pelo SARS-CoV-2 é a ocorrência de respostas hiperinflamatórias".

a) Usando seus conhecimentos em Imunologia, explique por que você considera essa hipótese plausível ou não.

b) Proponha uma forma de realizar experimentos ou exames capazes de testar essa hipótese.

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

Apesar disso, em ambas as coleções, a diversidade e a profundidade das questões são limitadas, sem a inclusão de sugestões de pesquisas ou o uso de recursos *on-line*, que poderiam contribuir para o desenvolvimento da autonomia investigativa dos alunos. Diante dessas limitações, as coleções Multiversos e Matéria, Energia e Vida foram classificadas como parcialmente adequadas ao parâmetro de estímulo ao ensino por investigação.

A coleção Moderna Plus aborda o tema da Imunologia de forma resumida, inserindo-o entre outros sistemas humanos, o que compromete a profundidade com que o sistema imunológico é tratado. Além disso, o material não apresenta sugestões de atividades práticas, perguntas orientadoras, estudos de caso, propostas de pesquisa ou a utilização de recursos *on-line*. Por tanto, a coleção foi classificada como não adequada ao parâmetro de estímulo ao ensino por investigação.

Um material didático deve ser desenvolvido de forma a auxiliar a promoção do ensino por investigação, aproximando a cultura científica da cultura escolar, conforme evidenciado pelos estudos de Solino, Ferraz e Sasseron (2015). Essa abordagem didática permite uma ruptura com o ensino tradicional, colocando o estudante no centro do processo de ensino-aprendizagem e possibilitando sua participação ativa na construção de seus próprios conhecimentos, como defendido por Solino, Ferraz e Sasseron (2015), Solino e Sasseron (2019), Zytkuewisz e Bego (2023), Barcellos *et al*. (2019) e Brito, Brito e Sales (2018).

4.1.2. Eixo 2 – Recursos Visuais

As imagens, fontes ricas de informações científicas, podem influenciar de forma significativa na compreensão de conceitos, desempenhando um papel fundamental na construção do conhecimento científico em sala de aula, conectando-se aos conhecimentos prévios dos alunos e sendo instrumentos valiosos para promover a aprendizagem significativa (Nascimento; Soares, 2023).

O uso de recursos didáticos, como imagens e diagramas, é essencial para a compreensão de conceitos científicos complexos, pois esses recursos ajudam a tornar o conteúdo mais acessível (Lopes; Platzer, 2013), especialmente ao se tratar de temas abstratos como os processos imunológicos. Representações gráficas adequadas e bem elaboradas podem facilitar a aprendizagem, promovendo uma melhor conexão entre o conteúdo teórico e a realidade do estudante (Bruzzo, 2004).

Com o objetivo de avaliar os elementos visuais associados ao conteúdo trabalhado sobre soros e vacinas, procedeu-se à análise individual das coleções, a partir da delineação

dos critérios de classificação para cada variável (Quadro 9).

QUADRO 9 - AVALIAÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE IMUNOLOGIA – EIXO "RECURSOS VISUAIS".

Parâmetro	**Livro**		
	A	**B**	**C**
Coerência e valor didático	Atende parcialmente	Não atende	Não atende
Escalas de tamanho	Atende	Atende	Atende
Títulos e/ou legendas e contiguidade espacial	Atende	Atende parcialmente	Atende
Coleção: • A - Multiversos (FTD, 2020); • B – Matéria, Energia e Vida (Scipione, 2020); • C – Moderna Plus (Moderna, 2020).			

FONTE: A autora (2024)

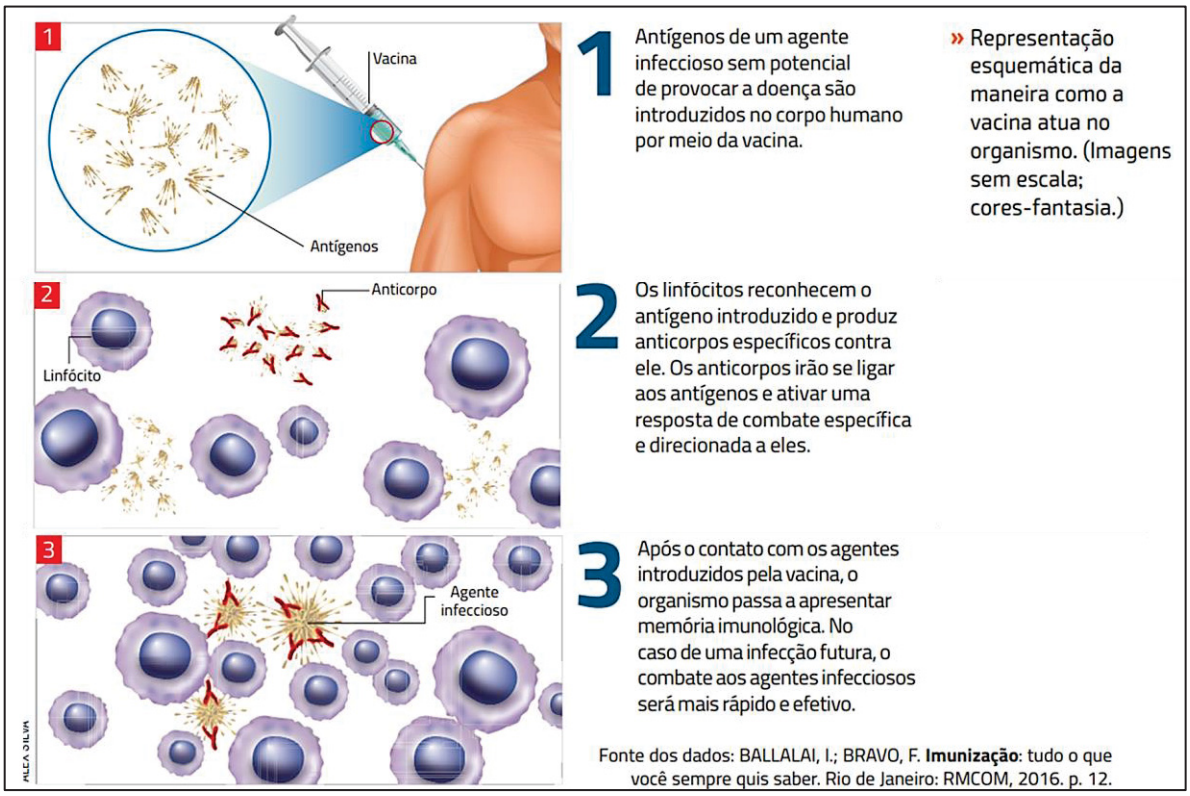
4.1.2.1. Coerência e Valor didático

A análise das imagens presentes no volume Ciência, Tecnologia e Cidadania, pertencente à coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza Multiversos, publicada pela editora FTD, evidenciou limitações na representação do imunobiológico soro. A abordagem da soroterapia restringe-se à exibição de uma fotografia ilustrando a extração do veneno de uma serpente (Figura 6), sem a presença de elementos visuais adicionais que possam contribuir para a compreensão do conteúdo. Em contraste, o imunobiológico vacina é representado por imagens que complementam os conceitos abordados no capítulo (Figura 7). Diante dessa assimetria, a obra foi classificada como parcialmente satisfatória em relação aos critérios de coerência e valor didático.

FIGURA 6 - FOTO DA OBTENÇÃO DE VENENO PARA FABRICAÇÃO DE SORO ANTIOFÍDICO.

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

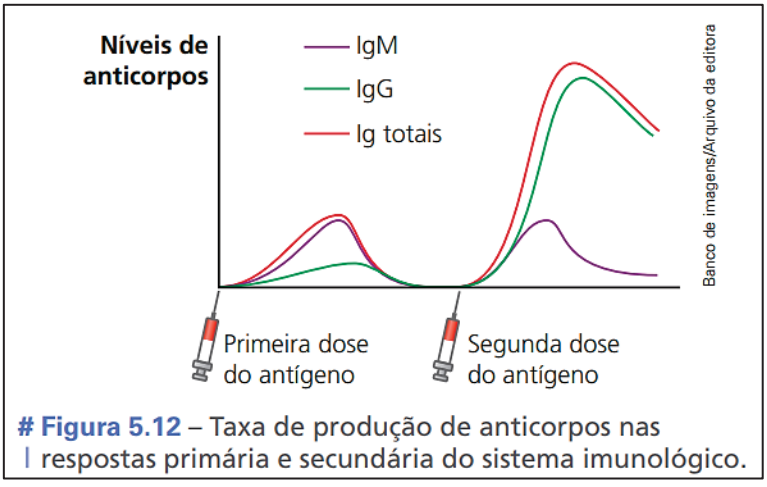
FIGURA 7 - IMAGEM ILUSTRATIVA DA AÇÃO DA VACINA NO ORGANISMO.



FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

As imagens presentes nos volumes analisados das coleções Matéria, Energia e Vida e Moderna Plus não atendem aos critérios estabelecidos pelos parâmetros de coerência e valor didático. Nenhuma das obras didáticas apresenta imagens que ilustram a composição ou o mecanismo de ação das vacinas e soros, limitando-se a um gráfico comparativo das respostas imune primária e secundária (Figuras 8 e 9).

FIGURA 8 - GRÁFICO SOBRE RESPOSTA IMUNE PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA – COLEÇÃO MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.



FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

FIGURA 9 - GRÁFICO SOBRE RESPOSTA IMUNE PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA – COLEÇÃO MODERNA PLUS.

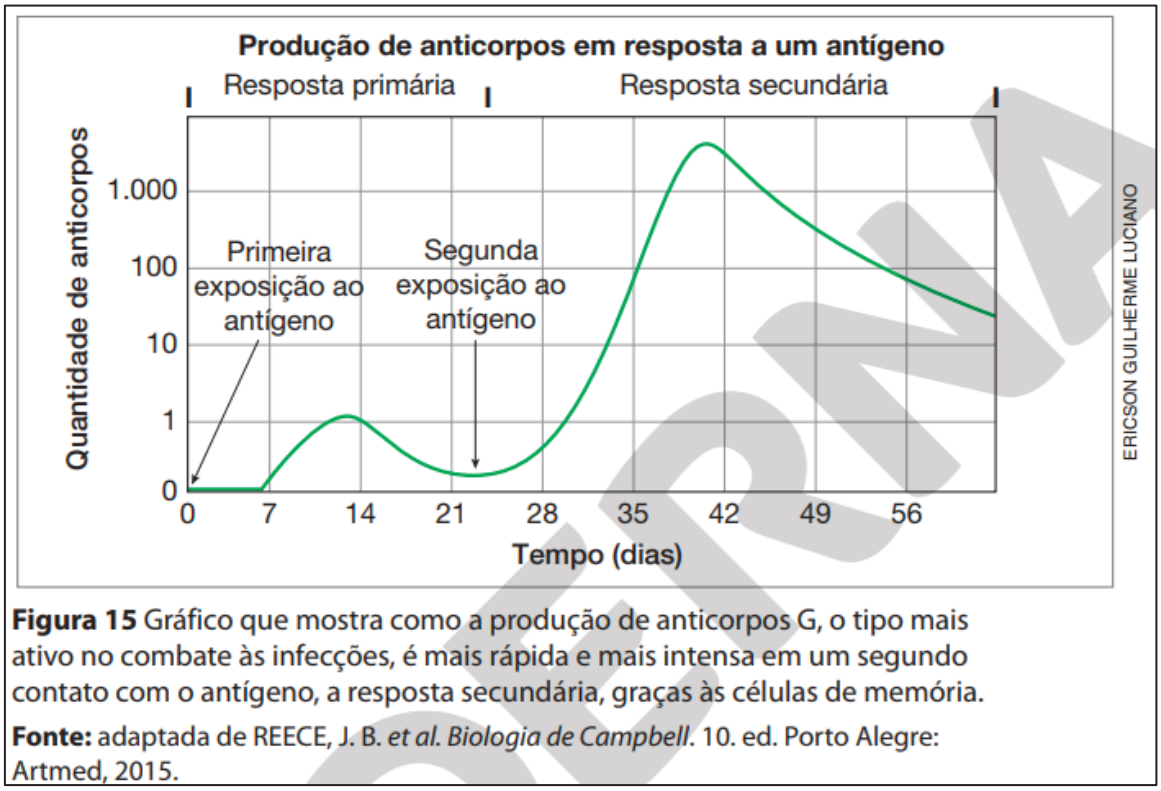


Figura 15 Gráfico que mostra como a produção de anticorpos G, o tipo mais ativo no combate às infecções, é mais rápida e mais intensa em um segundo contato com o antígeno, a resposta secundária, graças às células de memória.

Fonte: adaptada de REECE, J. B. *et al. Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

FONTE: Coleção Moderna Plus – Moderna (2020).

As imagens possuem um elevado potencial como recurso didático no ensino de Biologia, atuando como facilitadoras do processo de aprendizagem. De acordo com Martins e Gouveia (2005), Coutinho, Soares e Braga (2010) e Melo, Kupske e Hermel (2014), a utilização de imagens contribui para a compreensão de conceitos, estruturas e processos frequentemente abstratos para os estudantes, ao integrar a leitura verbal e a leitura imagética. Moura e Silva (2015) e Soares e Geglio (2020) destacam a eficácia das imagens no ensino e aprendizagem, pois permitem a transmissão de conhecimentos científicos por meio da representação gráfica. Nesse contexto, Nascimento e Soares (2023) apontam que esse recurso pode tornar o ensino de Biologia uma experiência mais envolvente e prazerosa para os alunos.

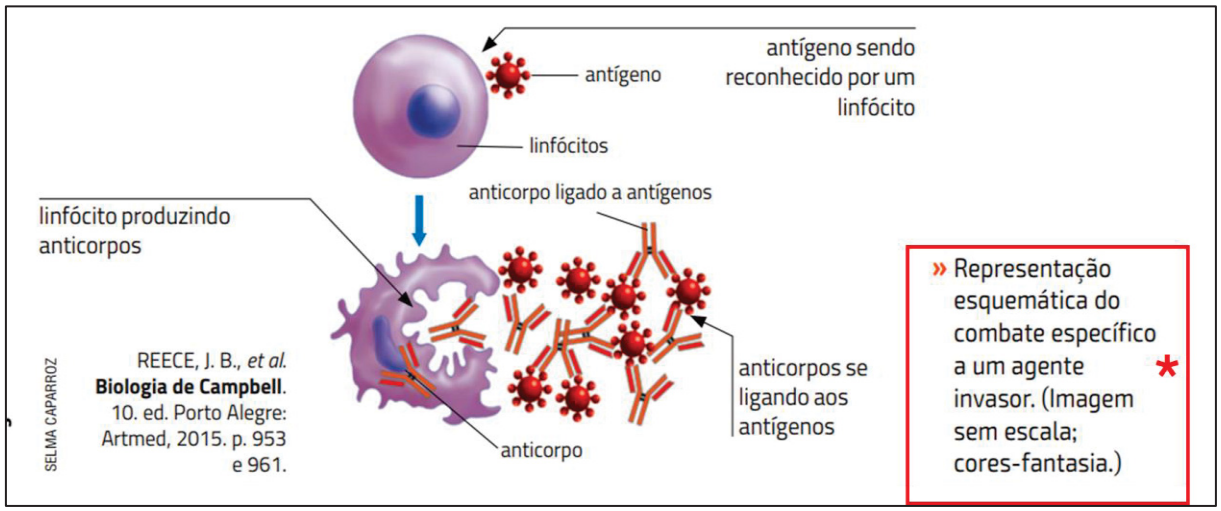
4.1.2.2. Escalas de tamanho

No que diz respeito ao uso de escalas de tamanho nas imagens, as três coleções analisadas atenderam satisfatoriamente aos critérios estabelecidos, indicando de forma clara quando as representações estão fora de escala. Além disso, embora não fizesse parte dos critérios avaliativos, todas as coleções analisadas informam que as cores das imagens são

meramente ilustrativas. A adoção dessas estratégias, tanto em relação ao tamanho quanto às cores das imagens, contribui para minimizar possíveis equívocos na compreensão dos conceitos apresentados.

Para exemplificar o uso desses recursos, pode-se citar a representação esquemática do combate específico a um agente invasos apresentada na coleção Multiversos (Figura 10).

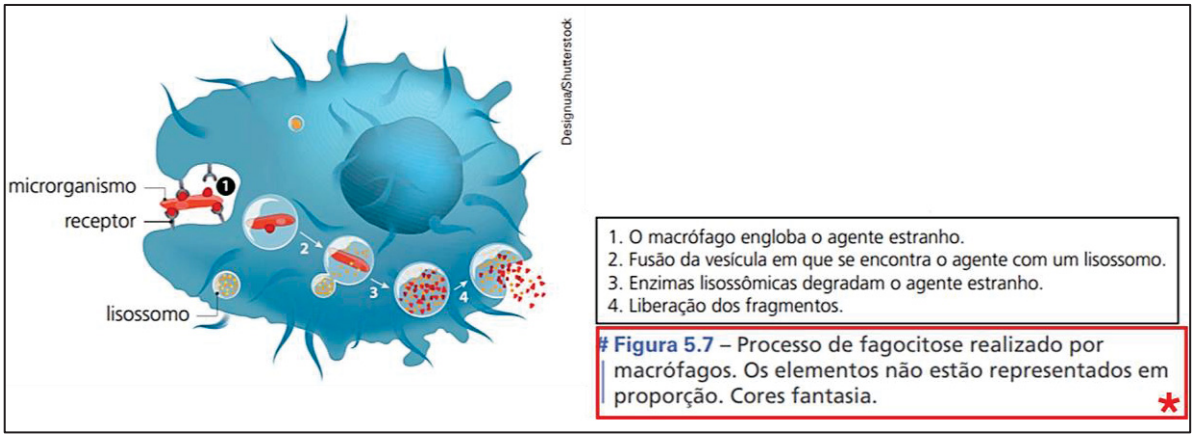
FIGURA 10 - INDICAÇÃO DE ESCALA NAS IMAGENS – COLEÇÃO MULTIVERSOS.



FONTE: Adaptado da coleção Multiversos – FTD (2020).

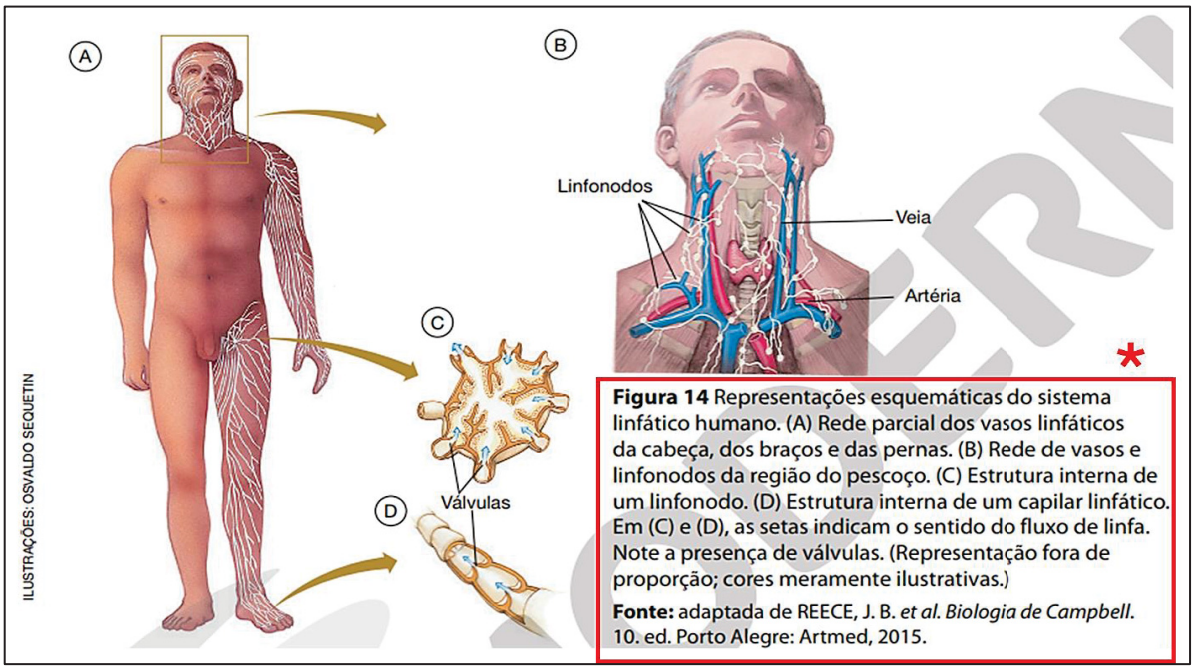
Embora tenham sido mal avaliadas quanto à coerência e ao valor didático das imagens, as coleções das editoras Scipione e Moderna atenderam de forma satisfatória ao critério de escalas de tamanho (Figuras 11 e 12).

FIGURA 11 - INDICAÇÃO DE ESCALA NAS IMAGENS – COLEÇÃO MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.



FONTE: Adaptado da coleção Matéria, Energia (adaptada) – Scipione (2020).

FIGURA 12 - INDICAÇÃO DE ESCALA NAS IMAGENS – MODERNA PLUS.



FONTE: Adaptado da coleção Moderna Plus – Moderna (2020).

As informações sobre a escala utilizada são fundamentais para a compreensão das imagens e das entidades que elas representam, conforme destacado nos estudos de Martins *et al.* (2003) e Santos (2010). Frequentemente, na tentativa de facilitar o entendimento de determinados conceitos, eles são representados de forma simplificada, o que pode resultar em distorções (Santos, 2010). Além disso, muitas imagens não mantêm proporções dimensionais precisas quando comparadas entre si, o que reforça a importância da indicação clara da escala utilizada.

4.1.2.3. Títulos e/ou legendas e contiguidade espacial

Duas das obras didáticas analisadas atenderam integralmente ao parâmetro de títulos e/ou legendas e continuidade espacial. Nas coleções Multiversos e Moderna Plus, as imagens apresentam cores vivas e, embora não possuam títulos, são acompanhadas por legendas explicativas, eliminando a necessidade de titulação adicional (Figuras 13 e 14). Além disso, estão posicionadas imediatamente após a seção textual que as menciona, seja de forma direta ou indireta, facilitando a relação entre o conteúdo visual e o texto. As legendas não apenas descrevem o que as imagens representam, mas também esclarecem, quando necessário, aspectos técnicos, como a ausência de escala real e o uso de cores artificiais para destacar elementos específicos. Essa abordagem contribui para a compreensão dos conceitos abordados e reforça a integração entre os diferentes recursos didáticos utilizados na obra.

FIGURA 13 - PRESENÇA DE LEGENDA NAS IMAGENS – MULTIVERSOS.

FONTE: Adaptado da coleção Multiversos – FTD (2020).

FIGURA 14 - PRESENÇA DE LEGENDA NAS IMAGENS – MODERNA PLUS.

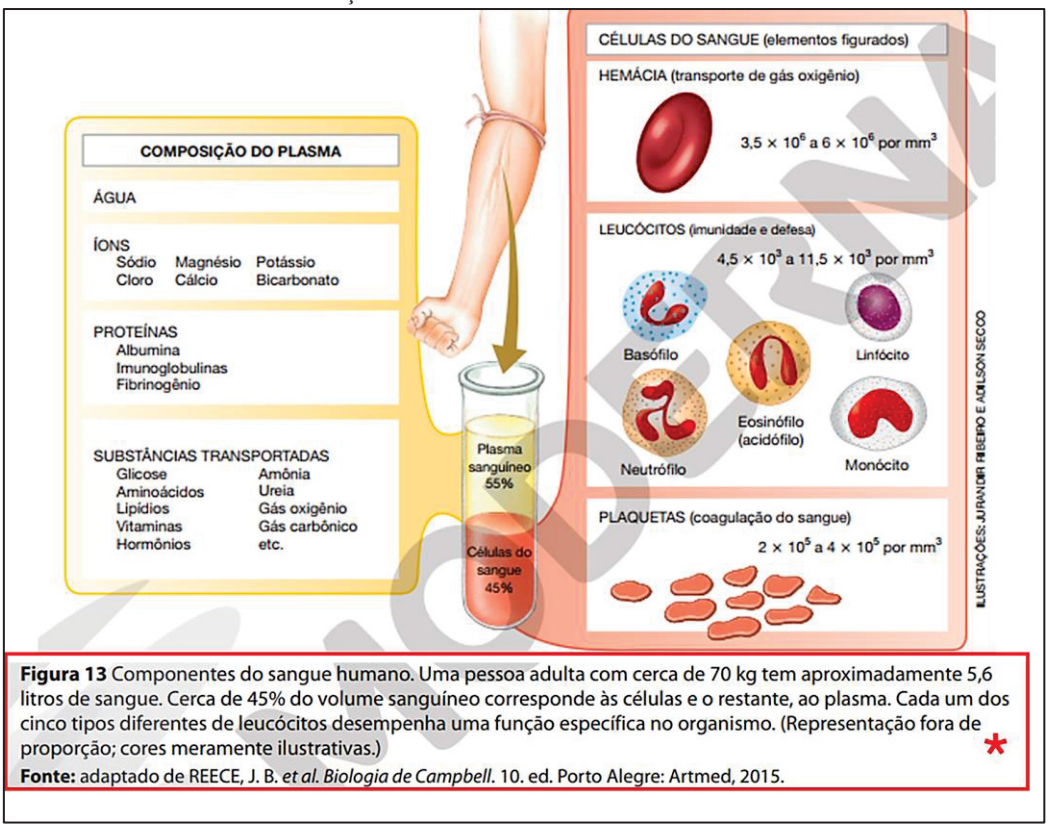


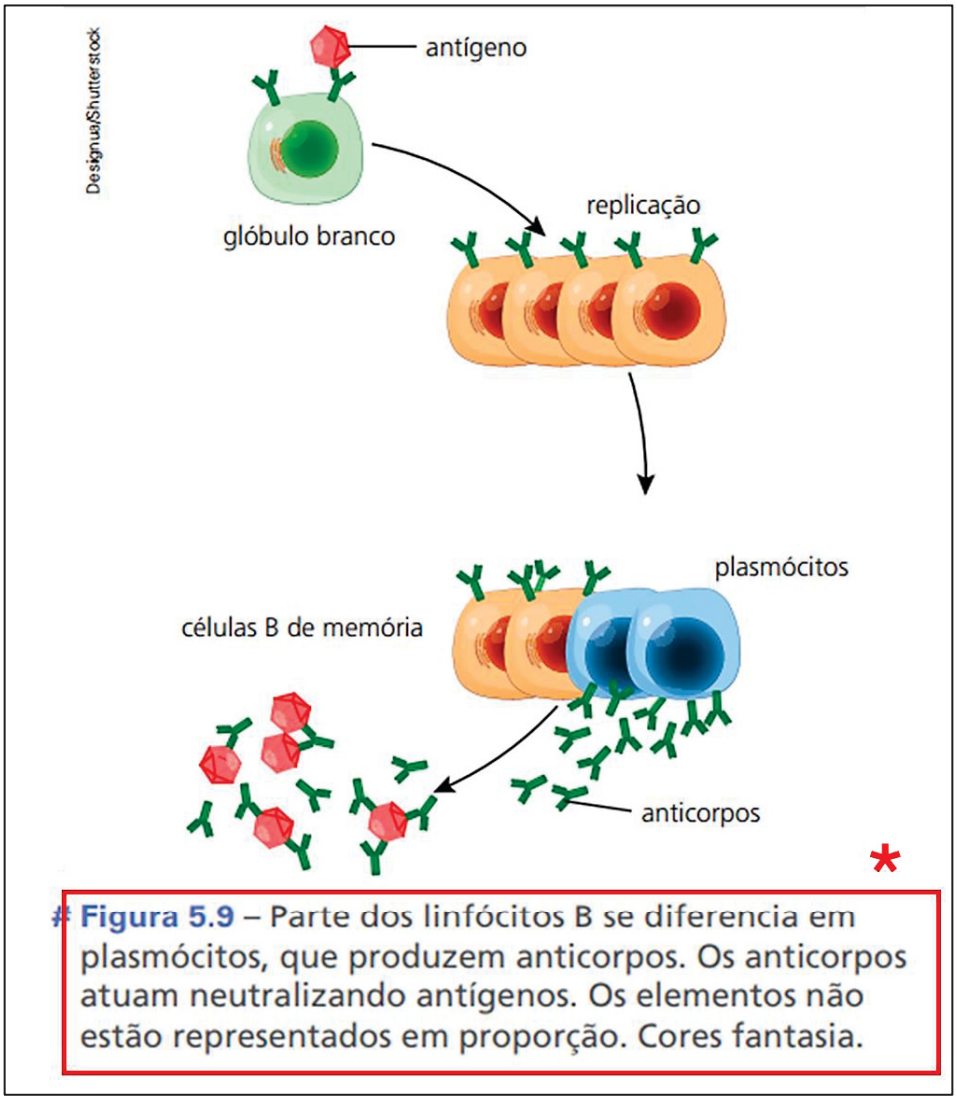
Figura 13 Componentes do sangue humano. Uma pessoa adulta com cerca de 70 kg tem aproximadamente 5,6 litros de sangue. Cerca de 45% do volume sanguíneo corresponde às células e o restante, ao plasma. Cada um dos cinco tipos diferentes de leucócitos desempenha uma função específica no organismo. (Representação fora de proporção; cores meramente ilustrativas.) *

Fonte: adaptado de REECE, J. B. *et al. Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

FONTE: Adaptado da coleção Moderna Plus – Moderna (2020).

A coleção Matéria, Energia e Vida, da editora Scipione, apresenta imagens acompanhadas de legendas explicativas que descrevem claramente seu conteúdo, tornando a inclusão de títulos adicionais desnecessária (Figura 15).

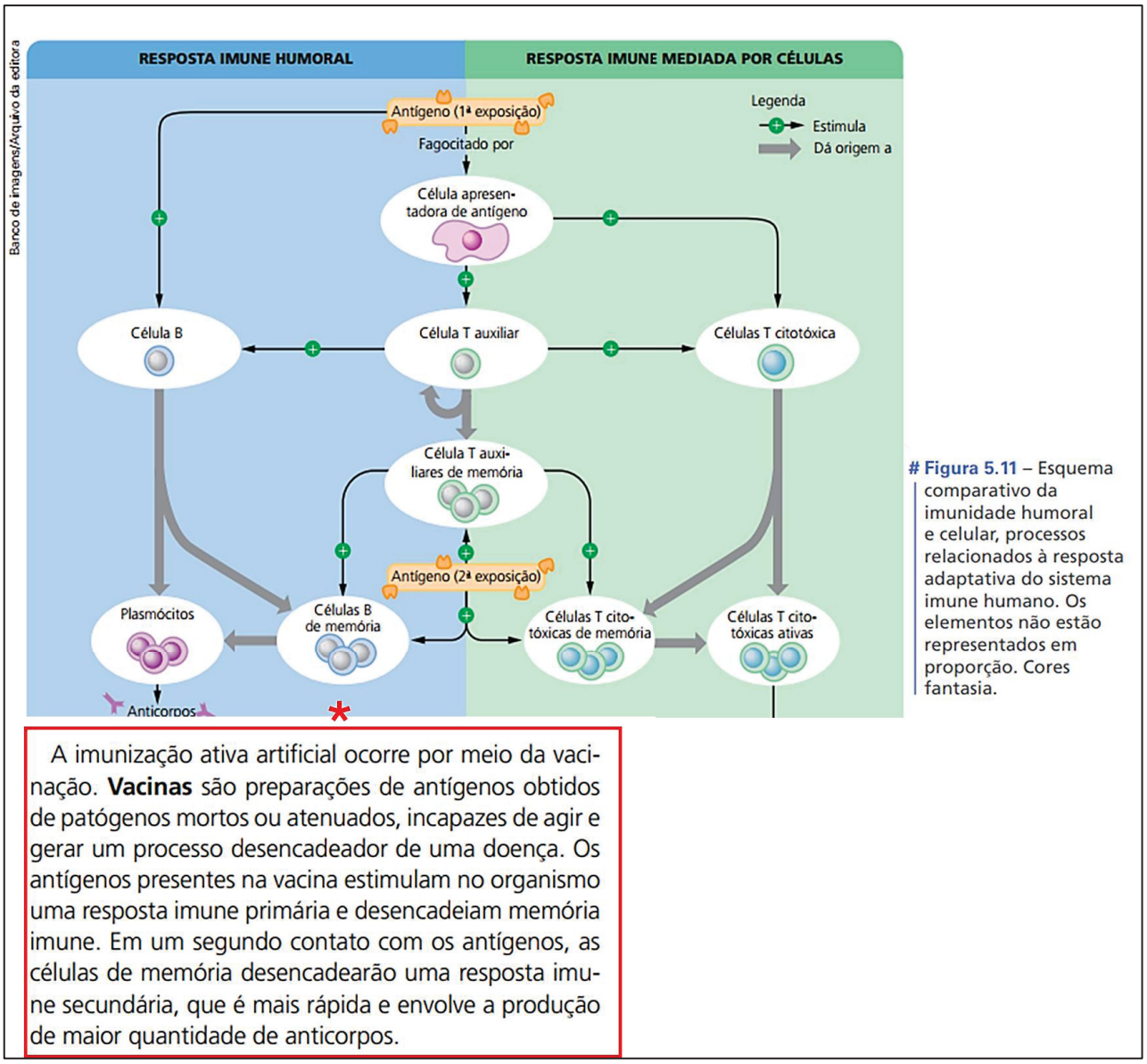
FIGURA 15 - PRESENÇA DE LEGENDA NAS IMAGENS – MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.



FONTE: Adaptado da coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

No entanto, o critério de continuidade espacial é atendido apenas parcialmente, uma vez que, em alguns casos, as figuras estão posicionadas de forma confusa no texto, o que pode dificultar a compreensão dos estudantes do Ensino Médio. Esse problema pode ser observado na imagem que representa as respostas imunes humoral e mediada por células, cuja explicação está na página anterior, enquanto a figura é apresentada junto ao texto sobre imunização ativa artificial (Figura 16).

FIGURA 16 - IMAGEM NÃO POSICIONADA ADEQUADAMENTE NO TEXTO – MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.



FONTE: Adaptado da coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

Por esse motivo, a coleção foi classificada como parcialmente adequada aos critérios estabelecidos na rubrica avaliativa desse parâmetro.

As legendas desempenham um papel fundamental na análise adequada das imagens, pois têm a função de esclarecer e reforçar os conteúdos apresentados, além de possibilitar uma identificação mais precisa dos elementos representados. A relevância das legendas na compreensão das imagens é evidenciada pelos estudos de Martins (2005) e Olim (2010), que destacam sua importância para a assimilação e interpretação das informações visuais.

Ramos e Panozzo (2004) destacam que a ilustração estabelece uma relação intrínseca entre a palavra e o leitor, auxiliando na compreensão do texto escrito. Portanto, a

continuidade espacial entre imagem e texto é essencial para integrar informações dentro de um contexto didático e facilitar o processo de ensino.

4.1.3. Eixo 3 – Atividades Propostas

A adequada formulação e aplicação das atividades propostas pelos livros didáticos permitem que os estudantes reconstruam os significados neles contidos (Vasconcelos; Souto, 2003). Esse eixo foi analisado focando na identificação de oportunidades para contextualização e problematização dos conhecimentos, considerando os seguintes parâmetros: questões (quantidade, qualidade e diversidade), estímulo ao raciocínio lógico e enfoque multidisciplinar.

A designação de atividades aos alunos visa monitorar o progresso da aprendizagem e ajudar o professor a avaliar se os conteúdos de sua disciplina estão sendo compreendidos e assimilados pelos alunos (Bezerra, 2008). Os exercícios dos livros didáticos têm o potencial de ampliar a gama de instrumentos avaliativos, simplificar a gestão do trabalho docente, aliviar a pressão envolvida nos processos de avaliação e oferecer chances para a consolidação do conhecimento (Bonfim, 2023).

Para a análise deste eixo, foram consideradas as questões propostas nos materiais em formato de atividades, perguntas norteadoras presentes nos volumes analisados, e seções específicas como “saiba mais” e “atividades extras” (Multiversos), “dialogando com o texto” (Moderna Plus) e “articulando ideias” (Matéria, Energia e Vida).

Para avaliar as atividades dos livros didáticos relacionadas ao ensino de soros e vacinas, as coleções foram analisadas com base nos parâmetros estabelecidos. Em comparação com os demais eixos, esse aspecto apresentou a maior discrepância entre as três coleções investigadas neste estudo (Quadro 10).

QUADRO 10 -AVALIAÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE IMUNOLOGIA – EIXO “ATIVIDADES PROPOSTAS”.

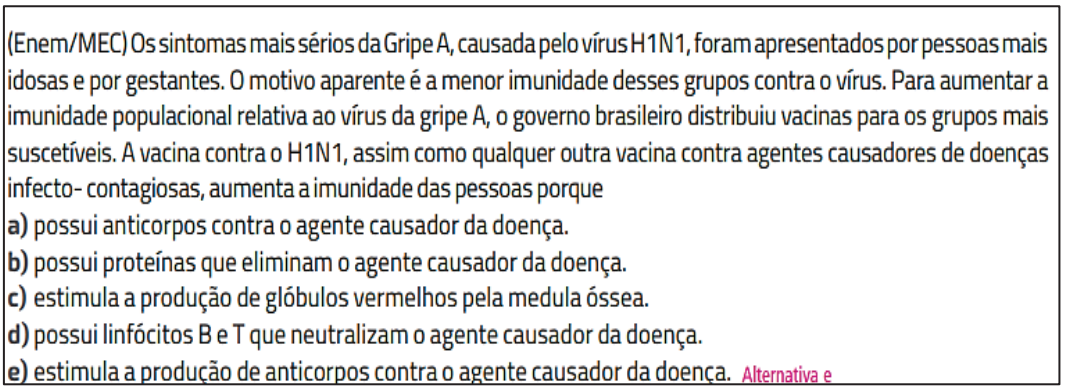
Parâmetro	**Livro**		
	A	**B**	**C**
Questões (quantidade, qualidade e diversidade)	Atende	Atende parcialmente	Não atende
Estímulo ao raciocínio lógico	Atende	Atende parcialmente	Não atende
Enfoque multidisciplinar	Atende	Atende	Não atende
Coleção: • A - Multiversos (FTD, 2020); • B – Matéria, Energia e Vida (Scipione, 2020); • C – Moderna Plus (Moderna, 2020).			

FONTE: A autora (2024).

4.1.3.1. Questões (quantidade, qualidade e diversidade)

O material desenvolvido pela editora FTD atende satisfatoriamente aos critérios de quantidade, qualidade e diversidade das questões avaliadas. As atividades são amplas, incluindo questões de múltipla escolha e discursivas, organizadas em níveis variados de dificuldade que favorecem um aprendizado diversificado. A coleção incorpora questões de vestibulares e do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) (Figura 17), perguntas norteadoras (Figura 18), estudos de caso e incentivo a pesquisa (Figura 19), ampliando as possibilidades de abordagem para o professor e enriquecendo a experiência educacional, o que fortalece tanto a progressão de dificuldade quanto a aplicabilidade dos conteúdos.

FIGURA 17 - QUESTÃO DO ENEM UTILIZADA NA COLEÇÃO MULTIVERSOS.

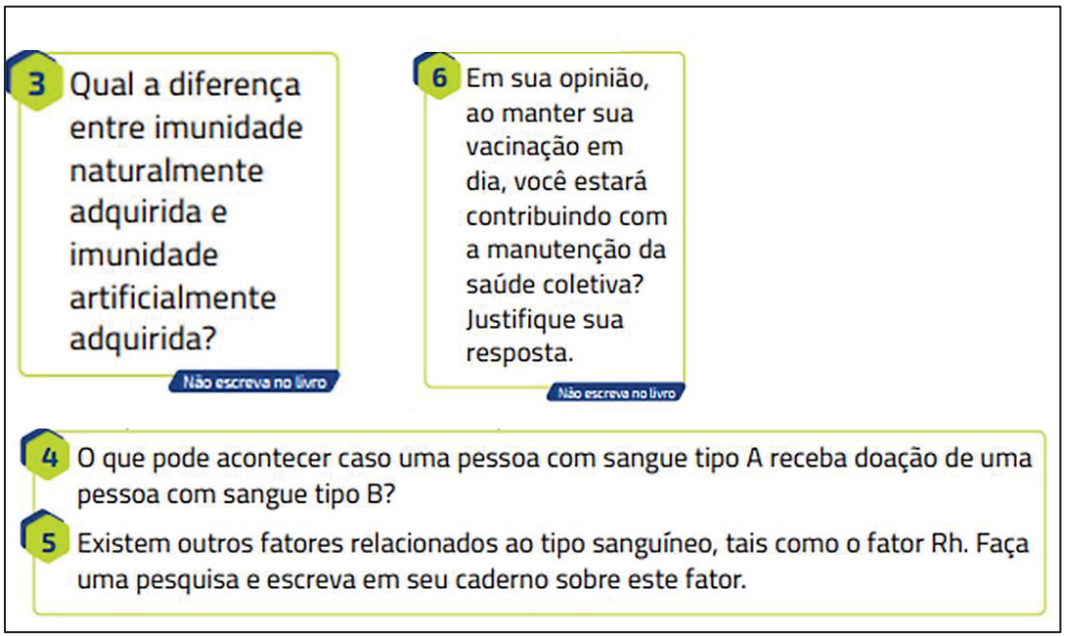


(Enem/MEC) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis. A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infecto-contagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

a) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
b) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
c) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
d) possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
e) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença. Alternativa e

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

FIGURA 18 - PERGUNTAS NORTEADORAS APRESENTADAS PELA COLEÇÃO MULTIVERSOS.



3 Qual a diferença entre imunidade naturalmente adquirida e imunidade artificialmente adquirida?

Não escreva no livro

6 Em sua opinião, ao manter sua vacinação em dia, você estará contribuindo com a manutenção da saúde coletiva? Justifique sua resposta.

Não escreva no livro

4 O que pode acontecer caso uma pessoa com sangue tipo A receba doação de uma pessoa com sangue tipo B?

5 Existem outros fatores relacionados ao tipo sanguíneo, tais como o fator Rh. Faça uma pesquisa e escreva em seu caderno sobre este fator.

FONTE: Adaptado da coleção Multiversos – FTD (2020).

FIGURA 19 - ESTUDO DE CASO APRESENTADO PELA COLEÇÃO MULTIVERSOS.

7. Em 2020, um estudante de veterinária do Distrito Federal (DF) foi picado por uma serpente do gênero *Naja*. Ele chegou a ficar em estado grave, mas recebeu tratamento proveniente do Instituto Butantan e conseguiu se recuperar. Como a naja é um animal exótico (que não ocorre naturalmente no Brasil) e o estudante não apresentava documentos que regulamentassem sua criação, acredita-se que ela teria sido obtida por meio do tráfico ilegal.

A respeito do assunto, responda.

a) Que tipo de tratamento deve ser utilizado em situações como a narrada acima? Por quê?

b) Por se tratar de um animal exótico, o Instituto Butantan possuía poucas doses do tratamento que são estocadas por prevenção em caso de acidentes com naja na própria instituição. No caso da ausência do tratamento adequado, seria possível utilizar um soro produzido a partir de outra serpente? Por quê?

c) O tráfico de animais silvestres é um crime, sendo o responsável sujeito à aplicação de multas e à prisão. Realize uma pesquisa a respeito dos impactos ambientais provocados por essa prática ilegal e os registre em seu caderno.

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

A coleção Matéria, Energia e Vida apresenta uma quantidade razoável de atividades, algumas das quais são bem formuladas e contextualizadas. No entanto, são poucas as questões com foco nos imunobiológicos soro e vacina (Figura 20).

FIGURA 20 - EXEMPLO DE ATIVIDADE PROPOSTA PELA COLEÇÃO MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.

1. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Em 2019, a Avaaz e a SBIm (Sociedade Brasileira de Imunologia) realizaram em parceria o estudo "As *fake news* estão nos deixando doentes?", com o objetivo de investigar a associação entre a desinformação e a queda nas coberturas vacinais. O trabalho, amplamente repercutido pela mídia, descobriu, entre outros achados, que aproximadamente sete a cada dez brasileiros acreditam em alguma informação falsa relacionada à vacinação.

Para chegar ao resultado, as instituições encomendaram ao IBOPE uma pesquisa com cerca de 2 mil pessoas acima de 16 anos, em todos os estados e no Distrito Federal, respeitando as características demográficas do país. A margem de erro é de dois pontos percentuais para mais ou para menos, e o nível de confiança é de 95%.

 # Figura 5.34 – Capa do relatório de antivacina produzido por parceria entre organizações não governamentais, em 2019.

Também foi analisada a atitude em relação à vacinação. A grande maioria (87%) disse nunca ter deixado de se vacinar ou de vacinar uma criança sob seus cuidados. Embora o índice possa parecer bom à primeira vista, quando os 13% de não vacinantes são extrapolados para toda a população com 16 anos ou mais, ele passa a representar um contingente de mais de 21 milhões de pessoas.

AS FAKE news estão nos deixando doentes? *SOCIEDADE BRASILEIRA DE IMUNIZAÇÕES*. [*s. l.*], 18 nov. 2019. Disponível em: https://sbim.org.br/acoes/as-fake-news-estao-nos-deixando-doentes. Acesso em: 2 jul. 2020.

Meu falecido amigo, o doutor Mendonça, sempre dizia:

Não vacine o seu filho, pois ela pode matá-lo. Se ele tiver algum problema, traga ele aqui no consultório que resolvemos.

Para analisar esta postagem, responda às seguintes questões:

a) O que é uma vacina?

b) Como uma vacina funciona?

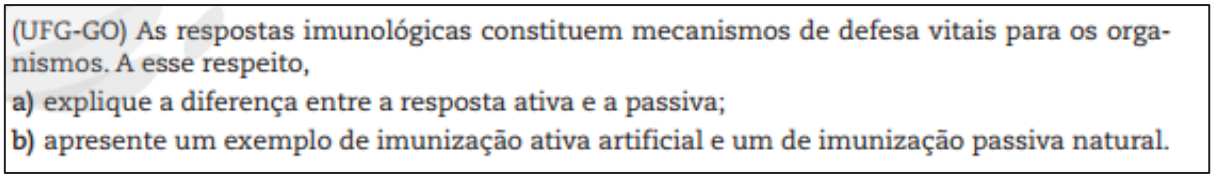
c) Qual é a autoridade que dá respaldo à informação da postagem?

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

Além disso, as questões são predominantemente discursivas e baseadas em estudos de caso, sem uma distribuição equilibrada com itens de múltipla escolha. Ademais, observa-se a necessidade de uma progressão mais estruturada em termos de complexidade, bem como de uma maior diversidade de formatos, visando atender a diferentes níveis de habilidade dos alunos. Dessa forma, a coleção foi classificada como parcialmente adequada ao parâmetro de qualidade, quantidade e diversidade de questões. A inclusão de questões de vestibulares e do ENEM, por exemplo, poderia ser uma estratégia eficaz para familiarizar os estudantes com os formatos de avaliação mais recorrentes nesse conteúdo.

A coleção Moderna Plus, ao condensar diversos sistemas fisiológicos humanos em um único capítulo, apresenta limitações na seção de atividades propostas. A quantidade de exercícios dedicados a cada sistema é insuficiente, e as atividades carecem de diversidade em formatos e níveis de complexidade, aspectos essenciais para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico e resolução de problemas. No que se refere ao sistema imunológico, a coleção inclui apenas uma questão (Figura 21), o que levou à sua classificação como não atendendo aos critérios analisados em relação à quantidade, qualidade e diversidade de questões.

FIGURA 21 - QUESTÃO DE IMUNOLOGIA APRESENTADA PELA COLEÇÃO MODERNA PLUS.


(UFG-GO) As respostas imunológicas constituem mecanismos de defesa vitais para os organismos. A esse respeito,
a) explique a diferença entre a resposta ativa e a passiva;
b) apresente um exemplo de imunização ativa artificial e um de imunização passiva natural.

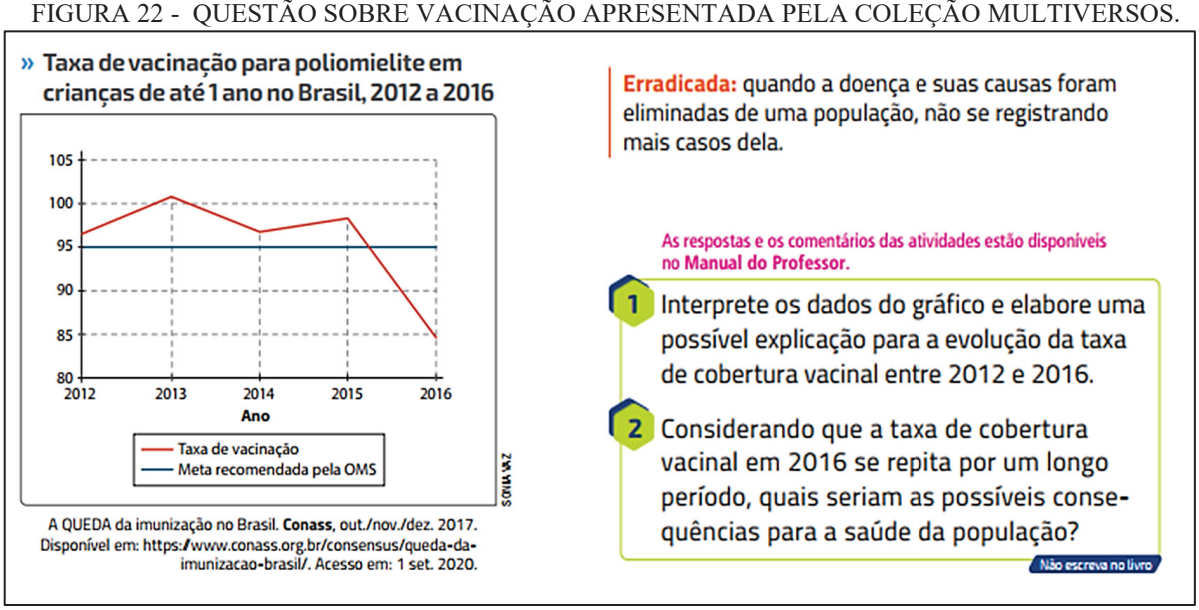
FONTE: Coleção Moderna Plus – Moderna (2020).

Os exercícios didáticos desempenham um papel fundamental no contexto da sala de aula, sendo utilizados pelos professores para diferentes finalidades. Enquanto material de apoio ao ensino, podem atuar como ferramenta auxiliar na reflexão e fixação de conteúdos, na promoção de debates e na realização de diagnósticos sobre o nível de compreensão da turma, entre outras aplicações. Pozo e Crespo (2009) destacam que esses materiais pedagógicos possuem funções que vão desde objetivos didáticos, voltados à aprendizagem dos conteúdos, até funções reguladoras, relacionadas ao controle disciplinar do grupo de estudantes. Para Barreto Junior e Santos (2007), essa estratégia de ensino deveria receber atenção especial na formação de professores, sendo seu uso analisado criticamente à luz das concepções contemporâneas sobre aprendizagem, motivação dos estudantes e avaliação educacional.

4.1.3.2. Estímulo ao raciocínio lógico

Em geral, as questões propostas pela coleção Multiversos estimulam o raciocínio lógico dos alunos, promovendo a análise e a interpretação de informações científicas. Os exercícios exploram o funcionamento biológico das vacinas e soros no sistema imunológico, incentivando a dedução e a construção do conhecimento com base em evidências. Além disso, as atividades propostas favorecem a correlação entre conceitos teóricos e aplicações práticas, permitindo que os estudantes compreendam a relevância da imunização na saúde pública. Exemplos como a análise de dados de cobertura vacinal, nos quais os alunos interpretam gráficos e avaliam as consequências da baixa taxa de imunização para a saúde da população, demandam habilidades analíticas e pensamento crítico (Figura 22). Essas questões, além de favorecerem a aplicação prática dos conceitos científicos, contribuem significativamente para o desenvolvimento do raciocínio lógico. No entanto, o material ainda apresenta potencial de aprimoramento em qualidade e diversidade de formatos, o que poderia tornar a aprendizagem mais eficaz e aprofundada.

FIGURA 22 - QUESTÃO SOBRE VACINAÇÃO APRESENTADA PELA COLEÇÃO MULTIVERSOS.



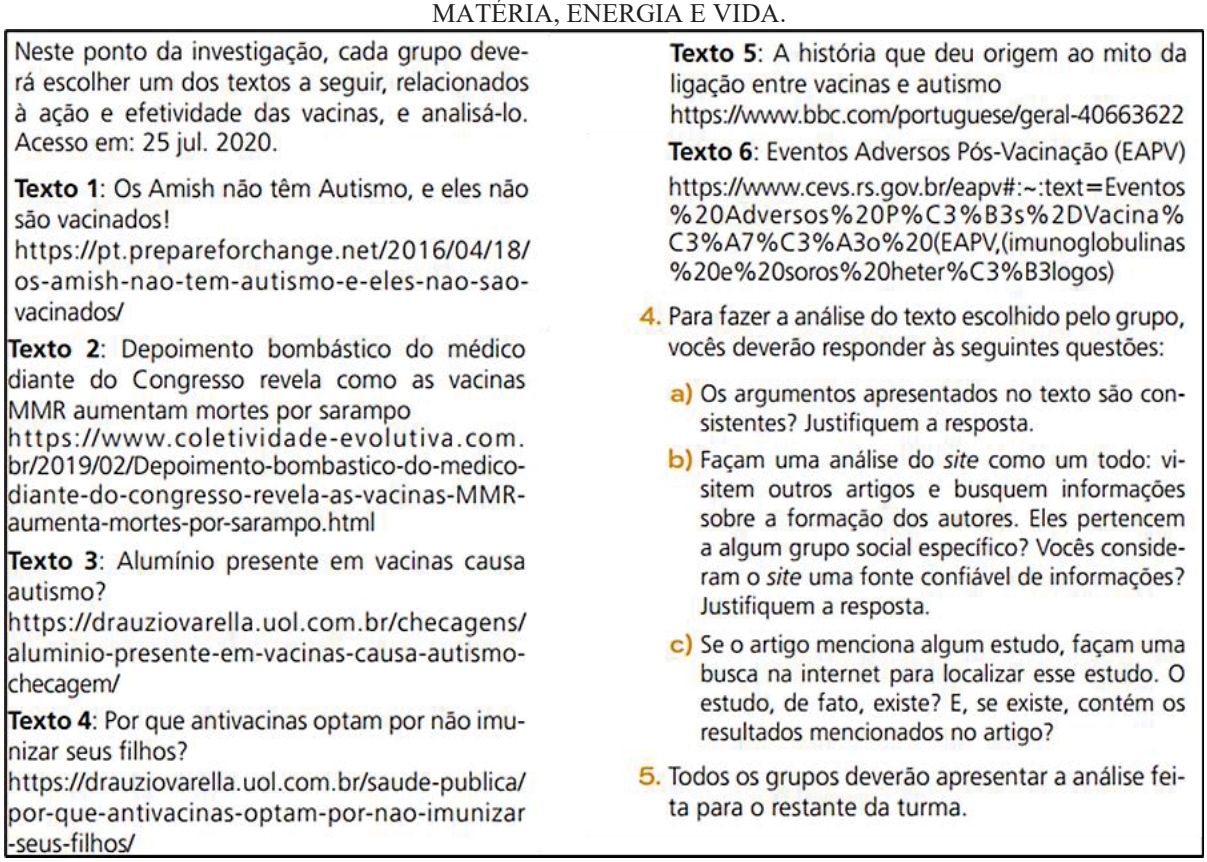
FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

Em Matéria, Energia e Vida, da editora Scipione, o parâmetro “estímulo ao raciocíno lógico” foi atendido parcialmente, uma vez que o estímulo a essa habilidade ocorre de forma limitada. O material não oferece desafios variados que promovam explicitamente a criatividade e o desenvolvimento do raciocínio lógico em diferentes níveis de complexidade.

Um aspecto positivo dessa coleção foi a inclusão de atividades que incentivam os

estudantes a realizar pesquisas sobre desinformação relacionada às vacinas, como a alegação infundada de uma relação entre vacinação e autismo (Figura 23).

FIGURA 23 - QUESTÃO SOBRE FAKE NEWS E VACINAS APRESENTADA PELA COLEÇÃO MATÉRIA, ENERGIA E VIDA.



Neste ponto da investigação, cada grupo deverá escolher um dos textos a seguir, relacionados à ação e efetividade das vacinas, e analisá-lo. Acesso em: 25 jul. 2020.

Texto 1: Os Amish não têm Autismo, e eles não são vacinados!
https://pt.prepareforchange.net/2016/04/18/os-amish-nao-tem-autismo-e-eles-nao-sao-vacinados/

Texto 2: Depoimento bombástico do médico diante do Congresso revela como as vacinas MMR aumentam mortes por sarampo
https://www.coletividade-evolutiva.com.br/2019/02/Depoimento-bombastico-do-medico-diante-do-congresso-revela-as-vacinas-MMR-aumenta-mortes-por-sarampo.html

Texto 3: Alumínio presente em vacinas causa autismo?
https://drauziovarella.uol.com.br/checagens/aluminio-presente-em-vacinas-causa-autismo-checagem/

Texto 4: Por que antivacinas optam por não imunizar seus filhos?
https://drauziovarella.uol.com.br/saude-publica/por-que-antivacinas-optam-por-nao-imunizar-seus-filhos/

Texto 5: A história que deu origem ao mito da ligação entre vacinas e autismo
https://www.bbc.com/portuguese/geral-40663622

Texto 6: Eventos Adversos Pós-Vacinação (EAPV)
https://www.cevs.rs.gov.br/eapv#:~:text=Eventos%20Adversos%20P%C3%B3s%2DVacina%C3%A7%C3%A3o%20(EAPV,(imunoglobulinas%20e%20soros%20heter%C3%B3logos)

4. Para fazer a análise do texto escolhido pelo grupo, vocês deverão responder às seguintes questões:

a) Os argumentos apresentados no texto são consistentes? Justifiquem a resposta.

b) Façam uma análise do *site* como um todo: visitem outros artigos e busquem informações sobre a formação dos autores. Eles pertencem a algum grupo social específico? Vocês consideram o *site* uma fonte confiável de informações? Justifiquem a resposta.

c) Se o artigo menciona algum estudo, façam uma busca na internet para localizar esse estudo. O estudo, de fato, existe? E, se existe, contém os resultados mencionados no artigo?

5. Todos os grupos deverão apresentar a análise feita para o restante da turma.

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

Propostas como essas estimulam o debate e a análise crítica, levando os alunos a consultar fontes confiáveis para avaliar a veracidade de informações sobre vacinas. No entanto, as atividades ainda carecem de maior diversidade e aprofundamento prático, pois não oferecem suporte significativo para pesquisa independente ou exploração de recursos *on-line*.

A coleção da Editora Moderna, Moderna Plus, não atendeu a esse parâmetro, pois, ao adotar uma abordagem condensada dos sistemas fisiológicos, apresentou um número reduzido de questões para cada sistema, não incluindo exercícios específicos sobre imunobiológicos e carecendo de diversidade de formatos e níveis de complexidade, o que não estimula o raciocínio lógico.

O raciocínio lógico consiste na organização de informações por meio de reflexões, hipóteses, associações e comparações, permitindo a tomada de decisões e a resolução de problemas. De acordo com David e Gonzaga (2023), ele está relacionado a diversos conceitos que auxiliam na compreensão e na solução de situações do cotidiano, preparando o indivíduo

para desafios complexos. Nesse sentido, Abar (2006) destaca que as atividades de raciocínio lógico contribuem para o desenvolvimento do pensamento e para uma compreensão mais eficaz dos conceitos básicos, servindo como base para a construção de novos conhecimentos.

A implementação de atividades que estimulem o raciocínio lógico representa uma alternativa à aprendizagem mecânica, frequentemente baseada na repetição e memorização de conceitos. O raciocínio lógico auxilia a construção do conhecimento, permitindo que o estudante relacione o conteúdo a diferentes contextos. Zabala (1998) ressalta que a aprendizagem efetiva ocorre quando o aluno compreende e aplica um conceito em distintas situações, como na interpretação e explicação de fenômenos, e não apenas por meio da reprodução literal.

Uma alternativa viável para aprimorar coleções que não incorporam plenamente essa abordagem é a inclusão de atividades voltadas à resolução de problemas. Esse método substitui a memorização e a transferência fragmentada de conhecimento por uma aprendizagem mais ativa, na qual o aluno, com a mediação do professor, relaciona conhecimentos prévios e constrói novos saberes. Segundo Costa (2011), essa abordagem se caracteriza pela ênfase no desenvolvimento cognitivo através da resolução de problemas que aproximem o aluno da sua realidade. Dessa maneira, o estudante assume um papel mais ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo seu próprio pensamento em vez de apenas reproduzi-lo, como frequentemente ocorre na abordagem pedagógica tradicional.

4.1.3.3. Enfoque multidisciplinar

Ao articular questões que interligam conhecimentos científicos, saúde pública, estatística, sociologia e ética, a coleção Multiversos adota uma abordagem interdisciplinar em seu material. A Biologia é explorada na compreensão dos imunobiológicos e da imunidade coletiva, enquanto a saúde pública e a sociologia são abordadas na análise das políticas de vacinação e seus impactos sociais. A estatística contribui para a interpretação de dados epidemiológicos, e a ética fomenta a reflexão sobre os dilemas morais relacionados à imunização. A coleção apresenta exercícios que articulam alguns desses conceitos, estimulando a reflexão crítica dos alunos sobre os desafios e impactos da vacinação na sociedade (Figura 24).

FIGURA 24 - QUESTÃO ABORDANDO CAMPANHA DE VACINAÇÃO E SAÚDE PÚBLICA.

Analise o cartaz a seguir e responda às questões que seguem.

a) A que o cartaz se refere?
b) Explique a importância da ação promovida pelo cartaz à saúde individual e à saúde da população, de modo geral.

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

Além disso, a coleção apresenta atividades que envolvem a análise de dados sobre cobertura vacinal, promovendo uma abordagem interdisciplinar ao integrar conhecimentos de estatística, Biologia, saúde pública e sociologia. Os alunos são incentivados a interpretar dados quantitativos, compreender os mecanismos imunológicos, avaliar os impactos das políticas de vacinação e refletir sobre as implicações sociais da baixa adesão à imunização. Essas atividades evidenciam, entre outros aspectos, o aumento da vulnerabilidade a surtos e a reemergência de doenças preveníveis (Figura 25).

FIGURA 25 - QUESTÃO ABORDANDO COBERTURA VACINAL.

Cobertura vacinal refere-se ao percentual da população que foi vacinada, considerando determinada infecção ou doença. Nesse sentido, quanto mais pessoas imunizadas por determinada vacina, maior a cobertura vacinal.

A respeito do assunto, responda às questões que seguem.

a) Forme um grupo com seus colegas e escolham uma vacina para uma doença específica. Posteriormente, obtenham informações na Unidade Básica de Saúde (UBS) mais próxima do bairro em que residem e peçam informações sobre a cobertura da vacina escolhida por vocês, nos últimos anos. Pesquisem a respeito da meta mínima recomendada pelo Ministério da Saúde para aquela vacina e anotem as informações obtidas/pesquisadas o caderno.
b) Comparem os dados obtidos por cada grupo no item (a) e verifiquem se e quais vacinas estão acima ou abaixo da meta recomendada pelo Ministério da Saúde.
c) Caso existam vacinas que estão abaixo da meta recomendada pelo Ministério da Saúde, elaborem ações que podem ser realizadas para aumentar a taxa de cobertura delas.
d) Com o intuito de promover a saúde da população, elaborem panfletos a respeito da importância da vacinação e os distribuam à comunidade.

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

Além disso, a coleção apresenta questões que relacionam a soroterapia a temáticas ambientais, como o tráfico de animais e a introdução de espécies exóticas (Figura 26), evidenciando que conteúdos frequentemente abordados de forma fragmentada mantêm conexões entre si.

FIGURA 26 - QUESTÃO RELACIONANDO ECOLOGIA E SOROTERAPIA.

Em 2020, um estudante de veterinária do Distrito Federal (DF) foi picado por uma serpente do gênero *Naja*. Ele chegou a ficar em estado grave, mas recebeu tratamento proveniente do Instituto Butantan e conseguiu se recuperar. Como a naja é um animal exótico (que não ocorre naturalmente no Brasil) e o estudante não apresentava documentos que regulamentassem sua criação, acredita-se que ela teria sido obtida por meio do tráfico ilegal.

A respeito do assunto, responda.

a) Que tipo de tratamento deve ser utilizado em situações como a narrada acima? Por quê?

b) Por se tratar de um animal exótico, o Instituto Butantan possuía poucas doses do tratamento que são estocadas por prevenção em caso de acidentes com naja na própria instituição. No caso da ausência do tratamento adequado, seria possível utilizar um soro produzido a partir de outra serpente? Por quê?

c) O tráfico de animais silvestres é um crime, sendo o responsável sujeito à aplicação de multas e à prisão. Realize uma pesquisa a respeito dos impactos ambientais provocados por essa prática ilegal e os registre em seu caderno.

FONTE: Coleção Multiversos – FTD (2020).

Ao estabelecer esses vínculos, o material didático amplia o escopo da aprendizagem, integrando conhecimentos biológicos com problemáticas ambientais e sociais contemporâneas. Tal articulação contribui para o desenvolvimento de competências voltadas à compreensão crítica da realidade, incentivando o estudante a refletir sobre as implicações científicas e éticas das práticas humanas. Essa abordagem favorece, portanto, a articulação entre ciência e contexto social, promovendo uma aprendizagem mais significativa, aplicada e crítica.

A presença da interdisciplinaridade também foi observada em exercícios da coleção Matéria, Energia e Vida. Nesse contexto, a obra apresenta modelos matemáticos com dados referentes à COVID-19 para análise e reflexão, integrando conhecimentos estatísticos, matemáticos e biológicos (Figura 27).

FIGURA 27 - QUESTÃO INTERDISCIPLINAR COM ABORDAGEM BIOLÓGICA E MATEMÁTICA.

MATERIAL

Dados epidemiológicos e dados sobre o sistema público de saúde.

O QUE FAZER

1. Forme dupla com um colega para analisar o modelo matemático proposto a seguir:
Este é um modelo matemático de infecção por SARS-CoV-2 para uma população de 1 milhão de habitantes em dois cenários, com os seguintes parâmetros:

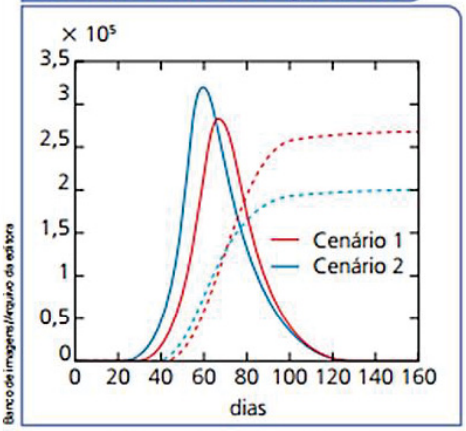
   a) Período médio de transmissão: 14 dias (valores consistentes com a média de SARS-CoV-2)

   b) Taxas de contágio e de mortalidade:

   - Cenário 1 (em vermelho, no gráfico a seguir): considerando uma taxa de contágio de 0,7 e mortalidade de 3%.
   - Cenário 2 (em azul, no gráfico a seguir): considerando uma taxa de contágio de 0,8 e mortalidade de 2%.

Nos dois casos simulados (curvas em azul e curvas em vermelho), supõe-se haver 10 infectados ativos na data zero.

Evolução das populações em dois cenários hipotéticos



ZINGANO, Paulo R. Observações sobre previsões da evolução da Covid-19 por modelos matemáticos. Disponível em: www.ufrgs.br/ime/wp-content/uploads/2020/04/Evolu%C3%A7%C3%A3o_da_Covid1-1.pdf. Acesso em: 2 jul. 2020.

 # Figura 5.19 – Gráfico hipotético da evolução do contágio de pessoas pelo SARS-CoV-2.

No cenário 1, a curva vermelha cheia indica que o pico de infecções ocorre 67 dias após a data zero. Nesse dia, o número de infectados é de 275 mil indivíduos. A curva vermelha tracejada indica o número de óbitos ao final de 120 dias: 266 mil.

Essa previsão é alterada de modo significativo no cenário 2. A curva azul cheia indica que o pico de infectados ocorre 60 dias após a data zero. Nesse dia, o número de infectados é de 320 mil indivíduos. A curva azul tracejada indica 196 mil óbitos ao final de 120 dias, isto é, 70 mil óbitos a menos que o cenário 1.

Os modelos epidemiológicos precisam ser analisados com bastante cuidado. Como vimos, pequenas variações nos parâmetros podem causar alterações expressivas nas previsões. Observe, novamente, os cenários 1 e 2 do modelo apresentado. Para que o modelo seja aplicável à realidade, é fundamental que os valores dos parâmetros utilizados sejam os mais confiáveis possíveis.

Para isso, é extremamente relevante realizar levantamentos corretos sobre o número de mortes e a testagem em um cenário de pandemia. Quando esses valores são levantados e divulgados de forma idônea, os modelos matemáticos gerados são confiáveis.

NÃO ESCREVA NO LIVRO

2. A incerteza envolvendo modelos epidemiológicos significa que suas previsões são pouco confiáveis? Converse com um colega e responda.

3. Nos resultados do gráfico hipotético ao lado, a cidade analisada é brasileira e tem cerca de 1 milhão de habitantes. Outros dados sobre a cidade importantes para a análise são:

   - Quantidade de leitos de UTI destinados para a COVID-19: 650
   - Quantidade de aparelhos para ventilação mecânica: 2 500

   a) Sabe-se que, no Brasil, em média, 12% dos infectados por COVID-19 evoluíram para a forma grave da doença. No ápice da curva vermelha, teríamos 275 mil indivíduos infectados. Quantos indivíduos poderiam evoluir para a forma grave da doença?

   b) O sistema de saúde público seria capaz de atender todos os indivíduos que necessitassem de tratamento intensivo?

4. Retome a discussão que fizemos no capítulo anterior sobre os parâmetros DOTS.

   a) Como é possível diminuir o valor do parâmetro S (suscetibilidade)?

   b) Supondo a ausência de uma vacina, como seria possível diminuir o valor de reprodução do vírus?

5. Durante a pandemia de SARS-CoV-2, muito se falou sobre a importância de achatar a curva de infecções,

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida – Scipione (2020).

Entre as três coleções analisadas, apenas a Moderna Plus não apresentou exercícios que estabelecessem a interdisciplinaridade entre o conteúdo de Imunologia e outras áreas do

conhecimento. Essa limitação evidencia fragilidades pedagógicas na proposição de atividades, restringindo o potencial do livro didático como recurso para a integração de diferentes saberes.

Dessa forma, a interdisciplinaridade se estabelece como um processo contínuo e dinâmico, conforme descrito por Fazenda (2008), permitindo a superação da fragmentação do conhecimento nos currículos escolares. Para Mota, Almeida e Menezes (2019), essa abordagem atua como uma rede articulada de disciplinas, conectando diferentes áreas do saber e proporcionando ao aluno uma melhor compreensão dos conteúdos trabalhados. Esse aspecto, segundo Garcia (2012), pode transformar os sentidos da aprendizagem, ressignificando as vivências escolares. Além disso, como apontam Amorim *et al*. (2020), a construção de um ensino multidisciplinar exige uma postura crítica e aberta à realidade, priorizando a compreensão e a vivência do saber em detrimento de sua mera descrição. Dessa maneira, a interdisciplinaridade se reafirma como um caminho essencial para a construção de uma aprendizagem mais significativa e integrada.

4.1.4. Eixo 3 – Recursos educacionais

Recursos didáticos educacionais são todas as ferramentas que colaboram com o processo de ensino-aprendizagem (Silva *et al.*, 2012), promovendo a interação entre professor, aluno e conhecimento (Souza, 2007), o que possibilita ao aluno desenvolver maior confiança, interesse por novas situações de aprendizagem e habilidade para construir conhecimentos mais complexos (Nicola; Paniz, 2016).

Diversos são os recursos didáticos que podem estar disponíveis, incluindo jogos didáticos, modelos, experimentos científicos, vídeos, filmes, músicas, cartazes e outros (Nascimento; Campos, 2018), possibilitando ao professor aulas mais dinâmicas, menos tradicionais e restritas apenas ao uso do livro didático (Castoldi, 2009; Gomes, 2009).

A utilização de diversos recursos educacionais promove o avanço na aprendizagem do aluno, proporcionando maneiras de motivá-lo e envolvê-lo com o conteúdo estudado, culminando em uma maior compreensão dos temas abordados em sala de aula (Nicola; Paniz, 2016).

Para avaliar os recursos educacionais nas coleções analisadas sobre o ensino de soros e vacinas, as coleções didáticas foram examinadas conforme os parâmetros estabelecidos, considerando a presença de sugestões de atividades práticas, estímulo ao uso de novas tecnologias, e recomendações de filmes, séries e leituras complementares (quadro 11).

QUADRO 11 - RUBRICA DE AVALIAÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE IMUNOLOGIA – EIXO “RECURSOS EDUCACIONAIS”

Parâmetro	**Livro**		
	A	**B**	**C**
Atividades práticas	Não atende	Não atende	Não atende
Estímulo ao uso de novas tecnologias	Não atende	Atende parcialmente	Não atende
Sugestões de filmes, séries, leitura complementar, etc.	Não atende	Atende	Não atende
Coleção: • A - Multiversos (FTD, 2020); • B – Matéria, Energia e Vida (Scipione, 2020); • C – Moderna Plus (Moderna, 2020).			

FONTE: A autora (2024).

4.1.4.1. Atividades práticas

As coleções didáticas Multiversos, Moderna Plus e Matéria, Energia e Vida apresentam limitações substanciais na oferta de recursos educacionais que auxiliem o trabalho docente e favoreçam a compreensão dos estudantes. Essas obras não incluem sugestões de atividades práticas, não atendendo aos critérios estabelecidos para esse aspecto.

Segundo Andrade e Massabni (2011), atividades práticas são tarefas educativas que requerem a interação direta do estudante com materiais físicos, fenômenos naturais ou sociais e/ou dados brutos. Campos e Nigro (1999) classificam essas atividades em quatro categorias:

- demonstrações práticas – realizadas pelo professor sem a intervenção dos alunos;
- experimentos ilustrativos, conduzidos pelos alunos com objetivos semelhantes às demonstrações;
- experimentos descritivos, nos quais os alunos exploram fenômenos sem necessariamente seguir uma direção rígida do professor;
- experimentos investigativos, que envolvem a formulação e testagem de hipóteses, exigindo maior participação ativa dos estudantes.

As aulas práticas constituem uma abordagem metodológica significativa no processo de ensino e aprendizagem, pois favorecem e estimulam a construção do conhecimento (Marandino; Selles; Ferreira, 2009). Essa estratégia didática apresenta-se como uma alternativa às metodologias fundamentadas exclusivamente na exposição teórica dos conteúdos (Lima; Amorim; Luz, 2018). Ademais, as atividades experimentais possuem o potencial de despertar o interesse dos estudantes, promovendo momentos de investigação ativa (Delizoicov; Angotti, 2000), além de contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico (Furtado *et al*., 2019).

Apesar dos benefícios das aulas práticas no ensino de Biologia, sua implementação

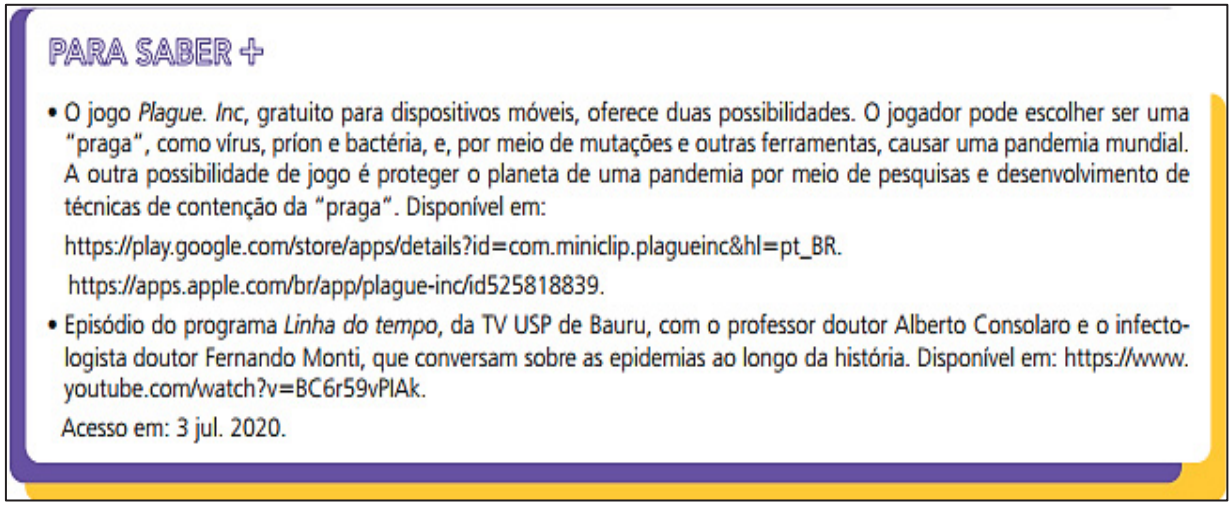
enfrenta desafios como a falta de tempo, turmas numerosas, ausência de laboratórios e infraestrutura inadequada, além da carência de formação docente para a condução de experimentos (Reginaldo; Sheid; Güllich, 2012; Krasilchick, 2004). No entanto, estratégias alternativas, como o uso de materiais de baixo custo e a realização de atividades em ambientes não convencionais, podem viabilizar essas práticas e contribuir para a melhoria do ensino (Furtado *et al.,* 2019).

Cabe ressaltar que a experimentação não é a única abordagem caracterizada como aula prática. Métodos como jogos educativos, estudos de caso, simulações e outras estratégias didáticas também desempenham um papel fundamental na construção do conhecimento, proporcionando experiências ativas de aprendizagem e favorecendo a compreensão de conceitos biológicos de forma aplicada e contextualizada.

4.1.4.2. Estímulo ao uso de novas tecnologias

A análise do parâmetro "estímulo ao uso de novas tecnologias" revelou que a coleção da editora Scipione (Matéria, Energia e Vida) atendeu parcialmente aos critérios estabelecidos para esse parâmetro, uma vez que recomenda o uso do jogo para dispositivos móveis *Plague Inc*. e de um vídeo no *YouTube*, ambos focados em epidemias e com relevância indireta para o entendimento de vacinas (Figura 28). No entanto, a diversidade e a adequação desses recursos para aprofundar o conteúdo são limitadas.

FIGURA 28 - SUGESTÕES DE RECURSOS QUE FAZEM USO DE NOVAS TECNOLOGIAS.


PARA SABER +

- O jogo *Plague. Inc*, gratuito para dispositivos móveis, oferece duas possibilidades. O jogador pode escolher ser uma "praga", como vírus, príon e bactéria, e, por meio de mutações e outras ferramentas, causar uma pandemia mundial. A outra possibilidade de jogo é proteger o planeta de uma pandemia por meio de pesquisas e desenvolvimento de técnicas de contenção da "praga". Disponível em:
  https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miniclip.plagueinc&hl=pt_BR.
  https://apps.apple.com/br/app/plague-inc/id525818839.
- Episódio do programa *Linha do tempo*, da TV USP de Bauru, com o professor doutor Alberto Consolaro e o infectologista doutor Fernando Monti, que conversam sobre as epidemias ao longo da história. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=BC6r59vPIAk.
  Acesso em: 3 jul. 2020.

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida - Scipione (2020).

As coleções das editoras FTD e Moderna (Multiversos e Moderna Plus) foram

classificadas como insatisfatórias nas análises para esse parâmetro, pois não apresentam sugestões de atividades que integrem esses recursos.

A globalização e os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm impactado significativamente a educação, especialmente entre os jovens. A inserção dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem torna as aulas mais dinâmicas e promove a construção autônoma do conhecimento (Lima; Araujo, 2021).

Nesse contexto, a educação contemporânea exige a reformulação dos métodos tradicionais de ensino, proporcionando novas formas de interação e aprendizagem (Martinsi, 2008). Além disso, as TIC permitem acesso rápido a informações atualizadas por meio de mecanismos automatizados de busca, contribuindo efetivamente para a melhoria do ensino nas escolas (Almeida, 2003). Para Alves e França (2023) e Carvalho (2007), o uso das tecnologias digitais nos ambientes escolares é uma oportunidade que os professores têm para tornar suas aulas interessantes para os alunos e, assim, conseguir ensinar de forma prazerosa e didática.

A BNCC, competência geral 5, destaca a importância do uso das tecnologias digitais no processo educativo e estabelece a necessidade de que os professores desenvolvam habilidades para integrá-las de forma pedagógica e didática, conforme descrito a seguir:

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BNCC, 2018b).

A incorporação de dispositivos digitais, como computadores, tablets, projetores multimídia e lousas digitais, constitui uma estratégia pedagógica essencial para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem (Carneiro, Figueiredo, Ladeira, 2020; Alves; França, 2023). Esses recursos viabilizam a exibição de materiais audiovisuais, incluindo filmes, documentários, animações e simuladores on-line, enriquecendo a experiência educacional. Sua integração ao ambiente escolar amplia as possibilidades metodológicas, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas.

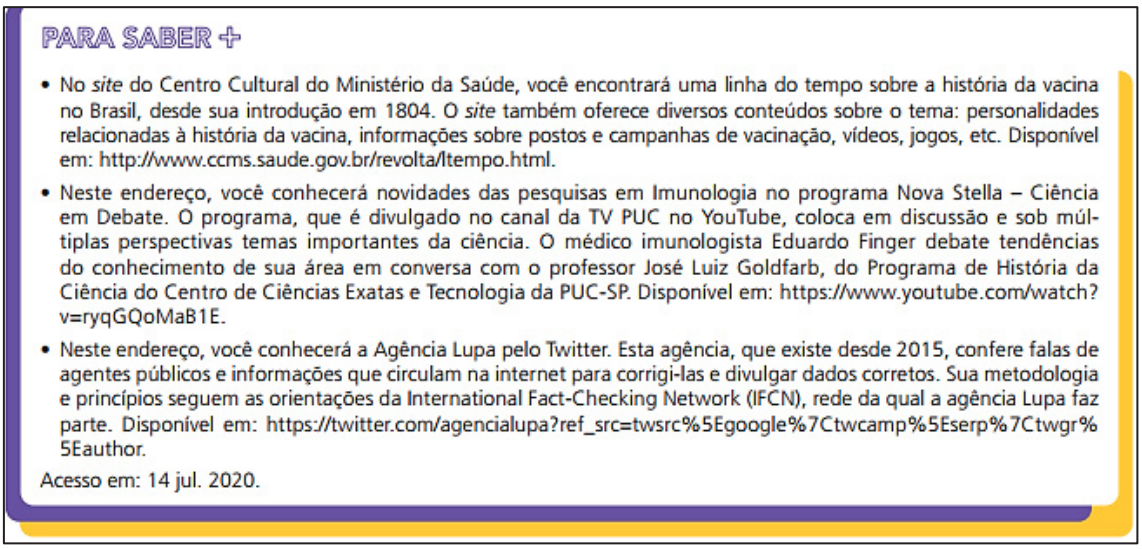
É essencial enfatizar que as tecnologias devem atuar como um meio de mediação entre aluno, professor e saberes escolares, e não como o principal recurso no processo de ensino-aprendizagem (Lima; Araújo, 2021). Além disso, a incorporação das tecnologias digitais não elimina a importância das tecnologias não digitais, mas as complementa, uma vez que ambas desempenham funções essenciais no contexto escolar (Carneiro; Figueiredo; Ladeira, 2020).

4.1.4.3. Sugestões de filmes, séries, leitura complementar, etc

As coleções Multiversos e Moderna Plus não incluem sugestões de recursos audiovisuais ou leituras complementares que possam contribuir para o enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, essas obras foram classificadas como não atendendo a esse parâmetro de análise.

Por outro lado, a coleção Matéria, Energia e Vida, da editora Scipione, atendeu a esse parâmetro ao recomendar um episódio do programa Linha do Tempo, da TV USP de Bauru, disponível no *YouTube*, que trata de epidemias ao longo da história. Além disso, sugere o site do Centro Cultural do Ministério da Saúde, que aborda a história da vacina, o programa Nova Stella – Ciência em Debate, que apresenta novidades nas pesquisas em imunologia, e o perfil da Agência Lupa no *Twitter*, atualmente chamado de *X*, que realiza um trabalho relevante na verificação de fake news (Figura 29).

FIGURA 29 - SUGESTÕES DE RECURSOS COMPLEMENTARES.



PARA SABER +

- No *site* do Centro Cultural do Ministério da Saúde, você encontrará uma linha do tempo sobre a história da vacina no Brasil, desde sua introdução em 1804. O *site* também oferece diversos conteúdos sobre o tema: personalidades relacionadas à história da vacina, informações sobre postos e campanhas de vacinação, vídeos, jogos, etc. Disponível em: http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/ltempo.html.
- Neste endereço, você conhecerá novidades das pesquisas em Imunologia no programa Nova Stella – Ciência em Debate. O programa, que é divulgado no canal da TV PUC no YouTube, coloca em discussão e sob múltiplas perspectivas temas importantes da ciência. O médico imunologista Eduardo Finger debate tendências do conhecimento de sua área em conversa com o professor José Luiz Goldfarb, do Programa de História da Ciência do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC-SP. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ryqGQoMaB1E.
- Neste endereço, você conhecerá a Agência Lupa pelo Twitter. Esta agência, que existe desde 2015, confere falas de agentes públicos e informações que circulam na internet para corrigi-las e divulgar dados corretos. Sua metodologia e princípios seguem as orientações da International Fact-Checking Network (IFCN), rede da qual a agência Lupa faz parte. Disponível em: https://twitter.com/agencialupa?ref_src=twsrc%5Egoogle%7Ctwcamp%5Eserp%7Ctwgr%5Eauthor.

Acesso em: 14 jul. 2020.

FONTE: Coleção Matéria, Energia e Vida - Scipione (2020).

De acordo com Linsingen (2010), recursos como cinema, teatro, literatura, animações, histórias em quadrinhos, mangás, literatura de cordel, trava-línguas, adivinhas e jogos, entre outras expressões lúdicas, podem ser reinterpretados como materiais didáticos enriquecedores para o ensino de Ciências e Biologia, assim como para outras disciplinas, mesmo que não tenham sido originalmente desenvolvidos com essa finalidade.

Nesse contexto, Azevedo e Araújo (2020) destacam que a utilização de recursos didáticos alternativos contribui significativamente para o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Souza *et al*. (2024), esses recursos representam uma oportunidade valiosa para

estimular tanto o desenvolvimento intelectual quanto a criatividade dos estudantes. Assim, a inclusão de materiais alternativos, como leituras complementares e recursos audiovisuais – incluindo vídeos, podcasts e animações –, enriquece o material didático e amplia as possibilidades pedagógicas, proporcionando experiências diversificadas para professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem.

4.1.5. Análise geral das coleções didáticas

A análise das coleções didáticas revelou diferenças na abordagem dos imunobiológicos, especialmente em relação à clareza conceitual, contextualização e estratégias de ensino utilizadas (Quadro 12).

QUADRO 12 - AVALIAÇÃO DAS COLEÇÕES DIDÁTICAS QUANTO À ABORDAGEM DO TEMA IMUNOLOGIA E IMUNOBIOLÓGICOS.

Eixo de análise	**Parâmetro**	**Coleção**		
		Multiversos (FTD)	**Matéria, Energia e Vida (Scipione)**	**Moderna Plus (Moderna)**
Conteúdo Teórico	Clareza do texto (definições e termos)	(+/-)	+	+
	Contextualização e valorização do conhecimento prévio	(+/-)	(+/-)	-
	Estímulo ao ensino por investigação	(+/-)	(+/-)	-
Recursos Visuais	Coerência e valor didático das imagens	(+/-)	-	-
	Escalas de tamanho das imagens	+	+	+
	Títulos/legendas e contiguidade espacial	+	(+/-)	+
Atividades Propostas	Quantidade, qualidade e diversidade das questões	+	(+/-)	-
	Estímulo ao raciocínio lógico	+	(+/-)	-
	Enfoque multidisciplinar	+	+	-
Recursos Adicionais	Atividades práticas	-	-	-
	Estímulo ao uso de novas tecnologias	-	(+/-)	-
	Sugestões de filmes, séries e leituras	-	+	-
Total	Atende	5	4	3
	Atende parcialmente	4	6	0
	Não atende	3	2	9
(+) Atende	(+/-) Atende parcialmente		(-) Não atende	

FONTE: A autora (2024).

A coleção Multiversos, da FTD, apresentou maior alinhamento com os critérios avaliados, atendendo a um número maior de parâmetros em comparação às demais. Já a coleção Matéria, Energia e Vida atendeu a menos critérios do que a da FTD, mas foi a que menos deixou de cumprir com os requisitos. Por outro lado, a coleção Moderna Plus revelou fragilidades, com menor clareza na apresentação dos conceitos e uma diversidade limitada de recursos didáticos.

A ausência de estímulo ao ensino por investigação e a escassa exploração de atividades

práticas nas coleções analisadas, juntamente com a abordagem limitada dos imunobiológicos nos livros didáticos, evidenciam a necessidade de materiais mais interativos e contextualizados, que promovam uma aprendizagem significativa e requeiram complementação por meio de estratégias didáticas mais dinâmicas.

Para Nascimento *et al*. (2006) o conhecimento científico evolui constantemente, e sua incorporação nos livros didáticos ocorre de forma gradual, o que pode gerar descompasso entre a produção acadêmica e o material disponível para ensino.

Embora não se espere que esses materiais cubram integralmente todo o conhecimento sobre o sistema imunológico, é essencial que apresentem informações organizadas e atualizadas, garantindo uma base sólida para os estudantes (Andrade; Araújo-Jorge; Coutinho-Silva, 2014). A falta de conteúdos sobre a constituição e o funcionamento do sistema imunológico compromete a compreensão de seu papel na manutenção da saúde e no desenvolvimento de doenças (Vaz, 2001).

4.2 PROPOSTA DE *E-BOOK* PARA O ENSINO DE SORO E VACINA.

Diante das limitações identificadas na análise dos livros didáticos, evidenciou-se a necessidade de um material complementar que atendesse de maneira mais eficaz aos parâmetros avaliados, especialmente no que se refere à clareza conceitual, contextualização, estímulo ao ensino por investigação e diversidade de recursos didáticos. Nesse contexto, foi desenvolvido um *e-book* como recurso educacional deste mestrado, destinado tanto a professores, oferecendo suporte pedagógico e estratégias didáticas para a abordagem dos imunobiológicos, quanto a estudantes, proporcionando um recurso interativo que favorece a compreensão e a aprendizagem dos conceitos de forma mais significativa e alinhada às diretrizes educacionais vigentes.

Os materiais paradidáticos desempenham um papel fundamental no complemento aos livros didáticos, proporcionando a ampliação e aprofundamento do conteúdo, conforme destacado por Menegazi (2011). Esses recursos auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, favorecendo uma compreensão mais significativa dos temas abordados (Soares, 2003). Com o avanço das tecnologias digitais, o *e-book* surge como uma ferramenta capaz de potencializar esse processo, pois permite a personalização da leitura por meio de *links* e *hiperlinks*, possibilitando tanto uma navegação linear quanto não linear, o que estimula a autonomia dos estudantes e desperta maior interesse pelo aprendizado (Oliveira, 2013).

Um material como *e-book* amplia as oportunidades de pesquisa e interação ao

viabilizar o acesso a conteúdos externos e promover a disseminação do conhecimento em rede (Azevedo, 2012). Nesse contexto, Chartier (1999) destaca que a transição do livro impresso para o digital redefine a experiência de leitura, incorporando elementos multimodais, como sons, vídeos e imagens interativas, que enriquecem a construção do conhecimento. Dessa forma, o *e-book* se configura como uma ferramenta inovadora e dinâmica, que integra diferentes recursos e fomenta uma aprendizagem mais acessível e engajadora (Dalgallo; Dutra; Silveira, 2022).

4.2.1 O *e-book*

O recurso didático desenvolvido, intitulado "Além da picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros", foi elaborado para atender às necessidades de professores e estudantes do Ensino Médio, abordando conceitos fundamentais de Imunologia com foco nos imunobiológicos soro e vacina. Composto por sete capítulos e distribuído em 183 páginas, o material busca oferecer não apenas uma fundamentação teórica acessível aos estudantes, mas também suporte pedagógico aos docentes, auxiliando na abordagem do tema em sala de aula.

Além da exposição conceitual, o *e-book* (Figura 30) inclui sugestões de atividades didáticas, exercícios e materiais complementares, permitindo que os professores ampliem suas estratégias de ensino e que os estudantes tenham uma experiência de aprendizado mais interativa e contextualizada. Dessa forma, o recurso se diferencia por integrar conteúdos científicos com propostas pedagógicas dinâmicas, promovendo um ensino mais significativo e alinhado às diretrizes educacionais vigentes.

FIGURA 30 - CAPA DO *E-BOOK* APRESENTADO COMO RECURSO DIDÁTICO

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

A seguir, são apresentados os capítulos que compõem o *e-book* (Figura 31), acompanhados de uma breve descrição de suas abordagens, destacando os principais conceitos explorados e sua relação com a proposta pedagógica do material.

FIGURA 31 - CAPAS DOS CAPÍTULOS DO *E-BOOK* APRESENTADO COMO RECURSO DIDÁTICO

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

- Capítulo I – Imunologia descomplicada: o básico para compreender suas defesas – introduz os fundamentos da Imunologia, abordando conceitos como sistema imunológico e seus componentes, antígenos, anticorpos, imunidade inata e adaptativa. O objetivo é despertar o interesse dos estudantes pelo tema e fornecer uma base sólida para os capítulos seguintes.
- Capítulo II – Vacinas: imunização na dose certa – explora a história, composição, tipos e mecanismos de ação das vacinas. Apresenta dados sobre a cobertura vacinal, o Programa Nacional de Imunizações (PNI) e a produção de vacinas no Brasil. Além disso, discute a imunidade coletiva e os movimentos contrários à vacinação, destacando a importância da imunização para a saúde pública.
- Capítulo III – Soros: ação imediata, mas temporária – aborda a origem e a produção de soros hiperimunes, destacando suas aplicações e importância no tratamento de diversas condições. Apresenta aspectos históricos, com ênfase na contribuição de Vital Brazil, além de fornecer informações sobre a disponibilização de soros para acidentes com animais peçonhentos.

- Capítulo IV – Na linha de defesa: soros e vacinas em contexto – compara os imunobiológicos soro e vacina, destacando suas diferenças em termos de mecanismo de ação, aplicação e resposta imunológica. São apresentados exemplos práticos, com foco no tratamento e prevenção de doenças como raiva, hepatite B, tétano, COVID-19 e o uso da imunoglobulina anti-D.
- Capítulo V – Além dos boatos: é fake ou é fato? – enfatiza a importância do combate à desinformação, discutindo o impacto das fake news na percepção pública sobre imunobiológicos. Destaca as consequências da disseminação de informações falsas e a necessidade de embasamento científico na comunicação sobre vacinas e soros.
- Capítulo VI – Estratégias interativas para aprender Imunologia – apresenta sugestões de atividades didáticas para o ensino de Imunologia, utilizando metodologias ativas e abordagens lúdicas para tornar as aulas mais dinâmicas e interativas. As propostas visam estimular o engajamento dos estudantes e favorecer a construção do conhecimento de forma significativa e contextualizada.
- Capítulo VII – Desafios imunológicos: testando seus conhecimentos – reúne uma seleção de exercícios sobre Imunologia, incluindo questões extraídas de exames como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares, além de atividades inéditas elaboradas pela autora. O capítulo abrange tanto questões objetivas quanto discursivas, buscando reforçar o aprendizado, estimular o raciocínio crítico e preparar os estudantes para avaliações acadêmicas.

Para a construção do *e-book* proposto neste trabalho, a estruturação do material foi orientada pelos critérios estabelecidos na análise das coleções didáticas, priorizando uma linguagem acessível, o uso de recursos visuais didáticos e a inclusão de atividades que favoreçam a aprendizagem significativa.

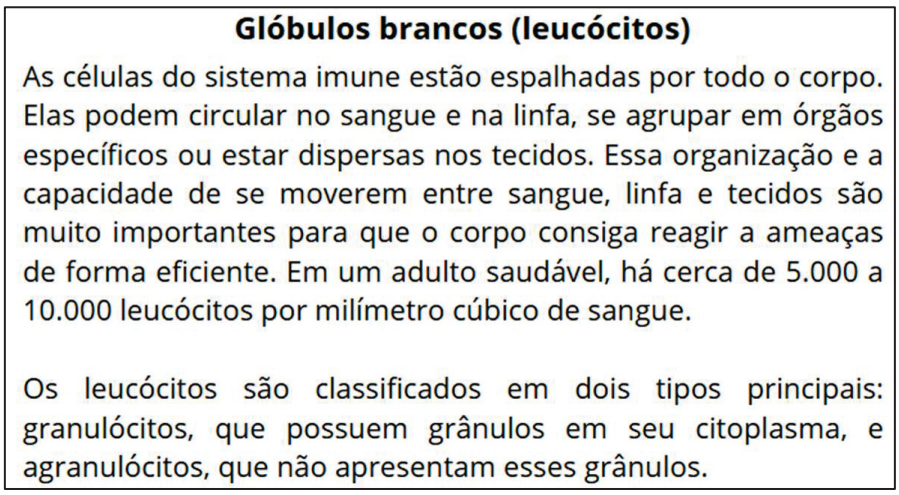
4.2.1.1 *E-book*: conteúdo teórico

No âmbito do eixo teórico definido para a análise das coleções didáticas, a elaboração do *e-book* foi baseada nos princípios de clareza textual, contextualização, valorização do conhecimento prévio e estímulo ao ensino por investigação.

O material foi desenvolvido com uma linguagem simples e acessível para estudantes do Ensino Médio, visando garantir precisão conceitual e facilitar a compreensão. Ele introduz os conceitos de forma gradual, o que auxilia os alunos na construção progressiva do

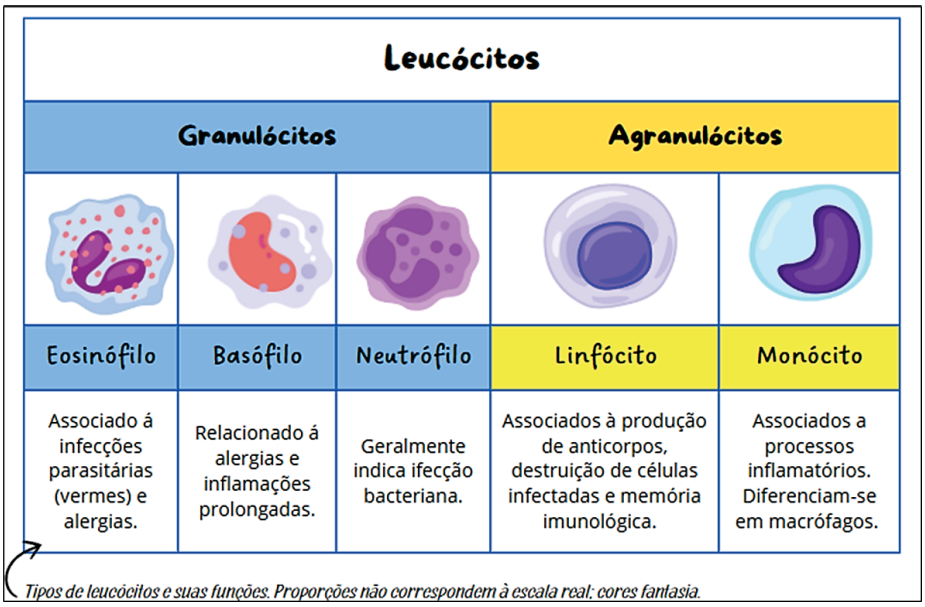
conhecimento. Por exemplo, ao abordar os conceitos de linfócitos, antígenos e anticorpos, o texto inicia com a introdução das células do sistema imunológico, os glóbulos brancos (ou leucócitos) (Figura 32). Na sequência, um quadro explicativo detalha os diferentes tipos de glóbulos brancos e suas respectivas funções (Figura 33), esclarecendo que os linfócitos constituem um tipo específico dessas células de defesa, sendo responsáveis tanto pela produção de anticorpos quanto pela formação de células de memória. Após essa contextualização, o material distingue os linfócitos B e T e, por fim, introduz os conceitos de anticorpos e antígenos (Figura 34).

FIGURA 32 - APRESENTAÇÃO DO TERMO LEUCÓCITO NO *E-BOOK*



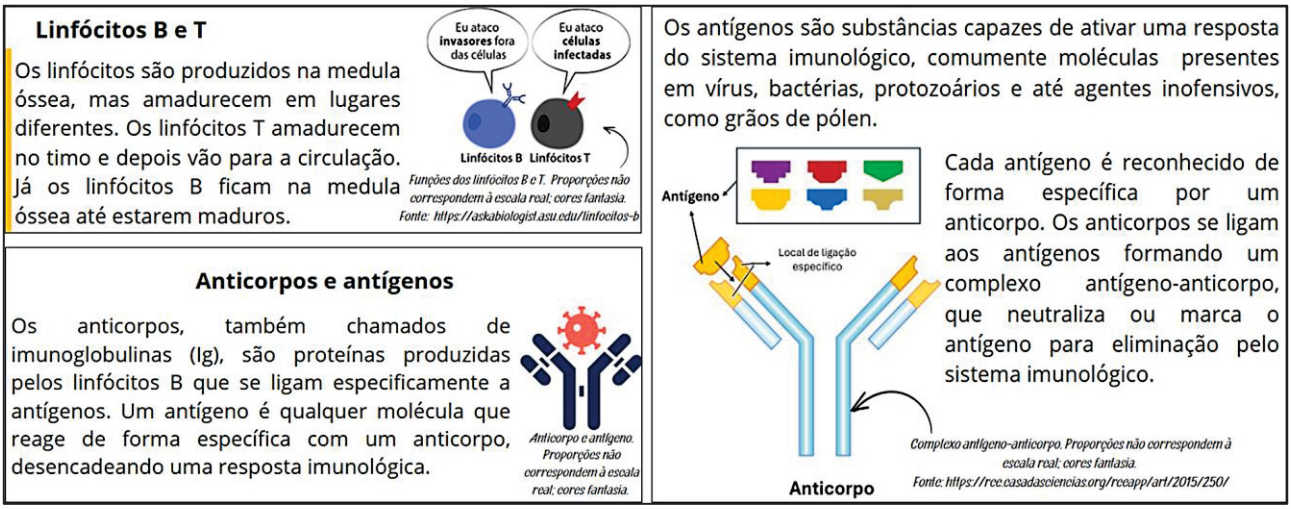
FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

FIGURA 33 - APRESENTAÇÃO DOS TIPOS DE LEUCÓCITO NO *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

FIGURA 34 - DIFERENCIAÇÃO DOS TIPOS DE LINFÓCITOS E APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS DE ANTÍGENOS E ANTICORPOS NO *E-BOOK*



FONTE: E-book “Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros” (2025).

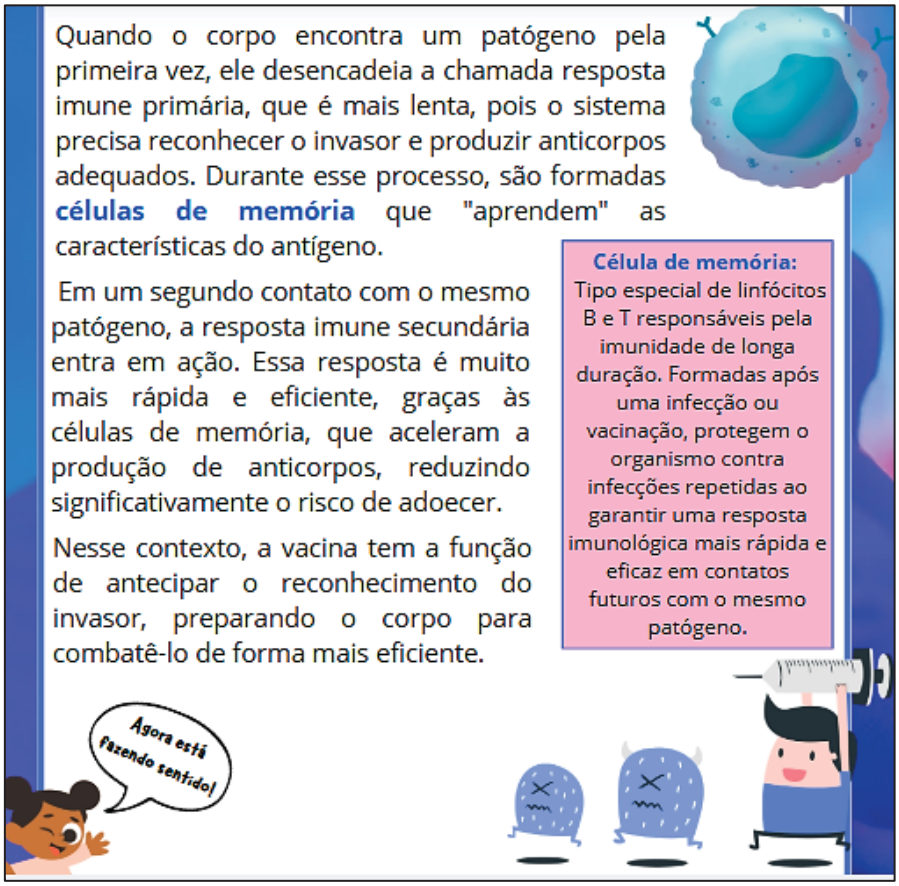
A abordagem sequencial e contínua adotada para a apresentação de conceitos abstratos, como os de imunologia, é altamente recomendada no Ensino Médio, pois permite que os estudantes compreendam conteúdos complexos de forma estruturada. Ao iniciar com termos mais familiares, como os glóbulos brancos, e avançar para conceitos mais especializados, como linfócitos, anticorpos e antígenos, os alunos constroem uma base sólida de conhecimento, conectando informações novas com as já conhecidas. Isso é especialmente importante, pois, ao enfrentar um novo conteúdo, o estudante o faz munido de uma série de conceitos, concepções e representações adquiridos ao longo de suas experiências anteriores, o que facilita a assimilação e compreensão de conceitos mais abstratos. Essa construção contínua do conhecimento, baseada em conceitos prévios, torna o aprendizado mais acessível e significativo (Sá *et al*. 2010; Coll, 2001; El-Hani; Bizzo, 1999).

Essa sequência lógica evita a dispersão do conteúdo e facilita a compreensão das interações entre os elementos do sistema imunológico. El-Hani (2002) afirma que, quando o ensino é fragmentado, o estudante tem dificuldade em construir o significado do conhecimento biológico, o que contribui para a existência de uma área de conhecimento em que os conceitos são pouco compreendidos. Dessa forma, a abordagem estruturada e contínua promove uma visão integrada e coesa, permitindo uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos.

Além disso, o uso de recursos visuais, como quadros explicativos, torna conceitos abstratos mais acessíveis, auxiliando os estudantes na compreensão de ideias complexas. Quando necessário, foram incluídos recursos que facilitam ainda mais a aprendizagem, como

um glossário integrado ao texto, no qual os termos técnicos são explicados à medida que surgem durante a leitura (Figura 35).

FIGURA 35 - EXEMPLO DE GLOSSÁRIO INCORPORADO AO CORPO DO TEXTO NO *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

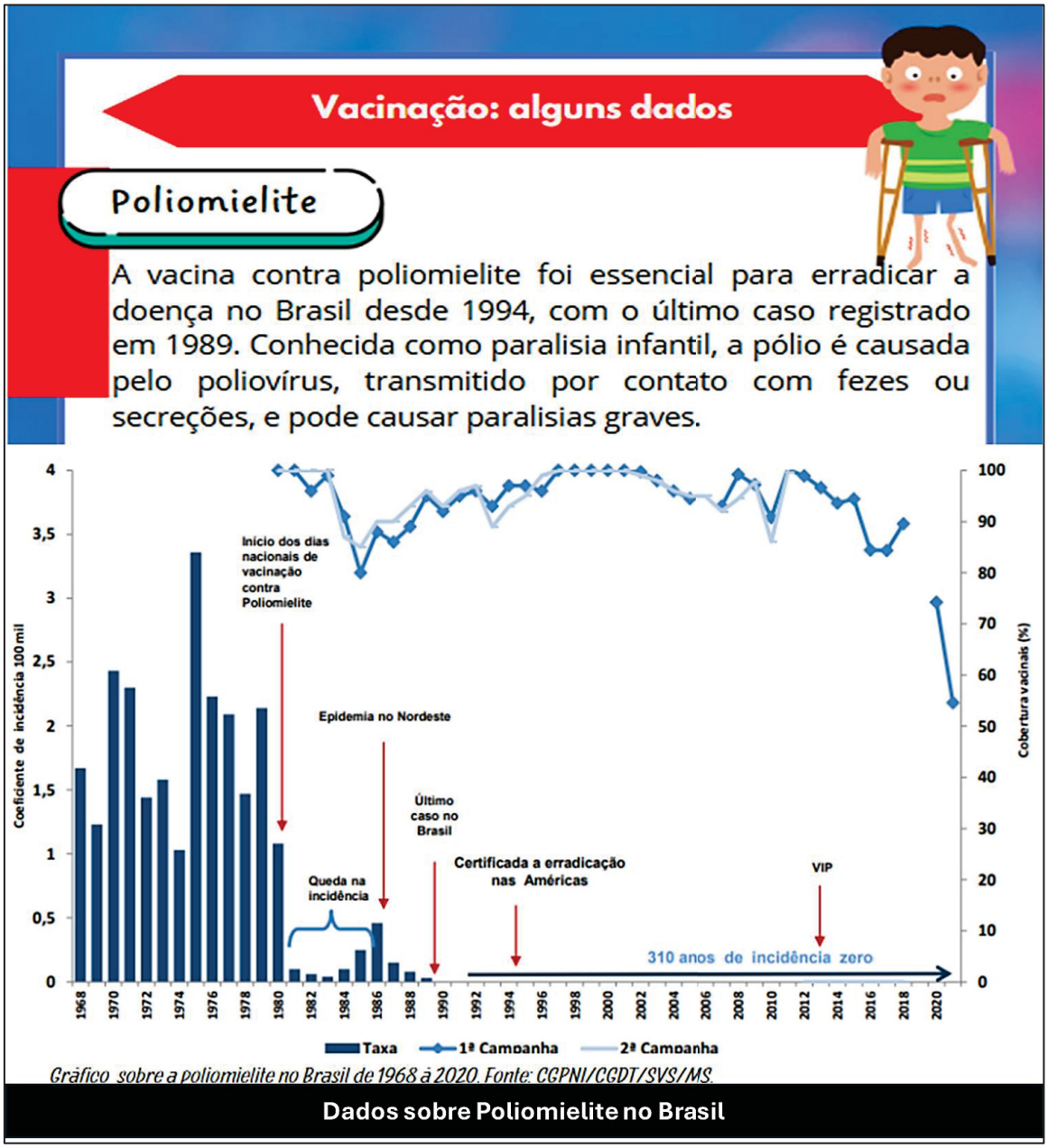
Essa estratégia permite que os estudantes assimilem novos conceitos de forma mais natural, sem precisar recorrer a fontes externas durante a leitura. Além disso, a inclusão do glossário no próprio corpo do texto facilita o estudo, promovendo maior fluidez e tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível. Essa abordagem favorece a assimilação dos conceitos, minimiza interrupções no fluxo de aprendizagem e contribui para a ampliação do repertório científico dos leitores (Nunes, 2018; Albuquerque *et al*., 2015).

O *e-book* apresenta exemplos concretos e aplicações práticas dos imunobiológicos, estabelecendo conexões diretas com o cotidiano dos estudantes. Por meio da exploração de diferentes contextos, o material busca tornar o aprendizado mais significativo, relacionando os conceitos teóricos a situações reais (Duré; Andrade; Abílio, 2018; Kato; Kawasaki, 2011). Além disso, são fornecidas informações atualizadas e relevantes, que permitem uma compreensão mais ampla sobre a importância dos imunobiológicos na saúde pública e no

cotidiano, favorecendo uma abordagem contextualizada e aplicada do conteúdo. Essa abordagem também possibilita que os estudantes enfrentem e resolvam problemas, analisando as consequências sociais da ciência e da tecnologia na sociedade moderna (Teodoro; Campos, 2016).

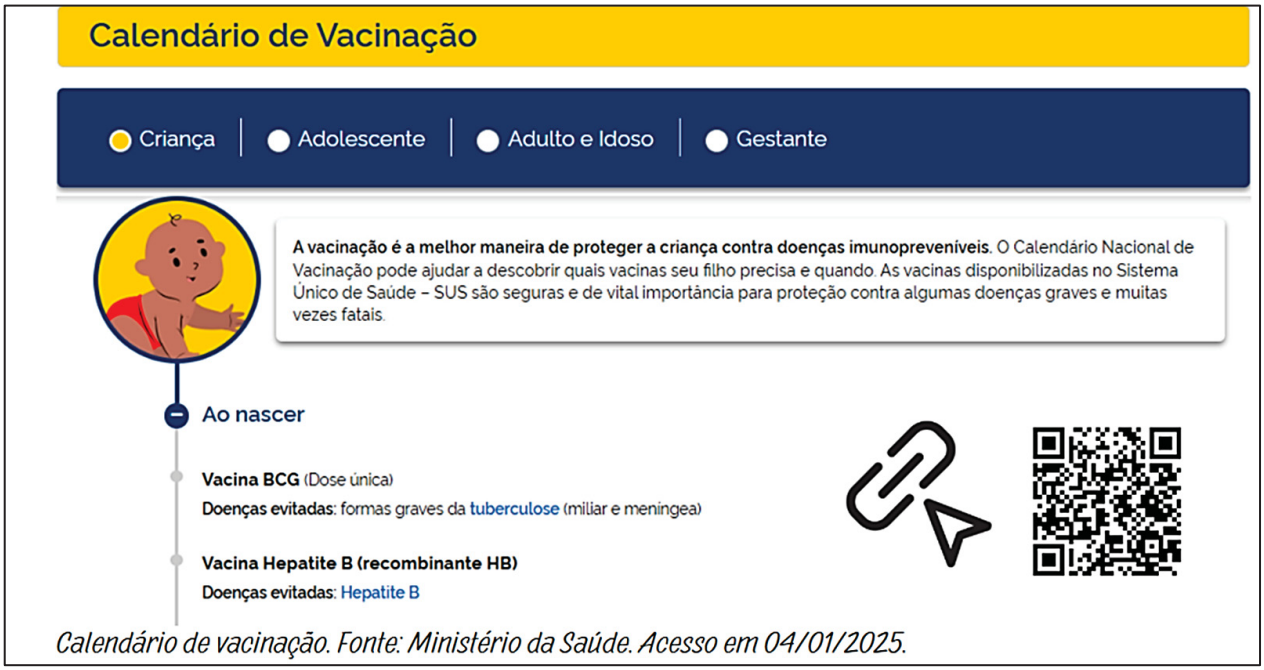
Como estratégias de contextualização, o material incorpora dados reais e informações relevantes sobre o uso de imunobiológicos (Figura 36), calendário vacinal (Figura 37) e sugestões de reportagens que abordam temas pertinentes e diretamente relacionados à realidade dos estudantes (Figura 38).

FIGURA 36 - DADOS CONTEXTUALIZADOS SOBRE A POLIOMIELITE NO *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

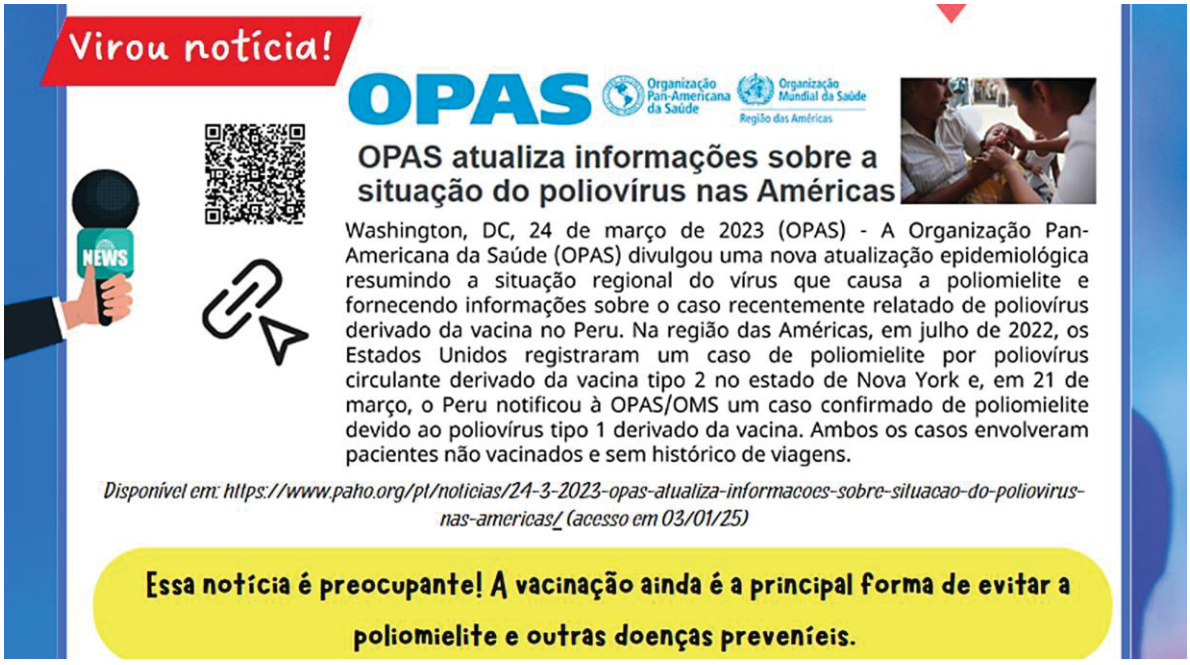
FIGURA 37 – CALENDÁRIO VACINAL APRESENTADO NO *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

FIGURA 38 – EXEMPLO DE NOTÍCIA APRESENTADA NO *E-BOOK*

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).



A valorização do conhecimento prévio e o incentivo ao ensino por investigação são evidenciados por meio das perguntas norteadoras presentes no material (Figura 39) e de atividades, como estudos de caso (Figura 40), que favorecem a reflexão e a construção ativa do conhecimento.

FIGURA 39 - EXEMPLO DE PERGUNTA NORTEADORA PRESENTE NO *E-BOOK*

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

FIGURA 40 - EXEMPLO DE ATIVIDADE DE ESTUDO DE CASO PRESENTE NO*E-BOOK*

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

Essas estratégias didáticas contribuem para uma aprendizagem mais significativa, ao estabelecer conexões com as experiências dos estudantes e estimular o desenvolvimento do pensamento crítico (Perim *et al*. 2023; Sá *et al*. 2010).

Dessa forma, a construção do material paradidático apresentado evidencia que a relevância desses recursos transcende a simples exposição teórica, ao integrar estratégias que promovem uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Souza e Carmo (2020) ressaltam que o ensino não deve se restringir aos livros didáticos, os quais frequentemente apresentam exemplos amplos e distantes da realidade dos estudantes, mas deve considerar o contexto em que estão inseridos, tornando o aprendizado mais próximo de sua vivência. Nesse sentido, Almeida, Macedo e Apolinário (2019) destacam que é papel do professor buscar alternativas que dinamizem o ensino, sintetizem o conteúdo e favoreçam a concentração dos estudantes, especialmente daqueles que apresentam maior dificuldade em manter a atenção durante as aulas. Além disso, Oliveira (2017) enfatiza a importância da utilização de ferramentas didáticas inclusivas, que dialoguem com a realidade e a vivência dos alunos, apresentando uma linguagem clara e objetiva, facilitando, assim, o processo de ensino-aprendizagem.

Dentro desse contexto, o e-book apresentado configura-se como uma alternativa didática para professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados à Imunologia, com ênfase nos estudos sobre vacinas e soros. O material adota uma linguagem acessível e adequada ao público-alvo, além de estar contextualizado com a realidade dos estudantes, favorecendo a assimilação dos conteúdos. Ademais, busca incorporar metodologias que promovam o ensino por investigação, incentivando a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento.

4.2.1.2 *E-book*: recursos visuais

Os recursos visuais desempenham um papel fundamental na complementação do material didático, auxiliando na compreensão e assimilação dos conceitos abordados. Na construção do *e-book*, as imagens foram selecionadas e elaboradas para estabelecer uma relação direta com os elementos textuais, contribuindo para a construção do conhecimento sobre Imunologia, soros e vacinas.

O uso de imagens no *e-book* foi planejado para garantir a clareza das informações, indicando quando uma ilustração está fora de escala e a aplicação de cores fantasia (Figura 41). Além disso, as imagens são acompanhadas de legendas explicativas e seguem a continuidade

espacial do texto, promovendo uma organização visual que facilita a compreensão dos conceitos abordados.

FIGURA 41 - EXEMPLO DE IMAGEM COM INDICAÇÕES DE ESCALA E CORES FANTASIA PRESENTE NO *E-BOOK*

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

Os recursos visuais são elementos didáticos fundamentais, especialmente para a compreensão de conteúdos complexos, como a Imunologia (Melo; Kupske; Hermel, 2014; Coutinho; Soares; Braga, 2010; Oliveira; Coutinho, 2009; Martins; Gouvea, 2005). Diferentemente do texto escrito, cuja leitura segue uma estrutura linear, as imagens possibilitam múltiplas formas de interpretação, permitindo que o olhar do leitor percorra diferentes pontos e processe rapidamente uma grande quantidade de informações (Mason *et al*., 2006)

Segundo Badzinski e Hermel (2015), a diversificação de imagens pode ser uma ferramenta eficaz para auxiliar na interpretação e na aprendizagem de diferentes conteúdos. Nesse sentido, o material proposto inclui infográficos, fotografias, tabelas, gráficos, charges, entre outros recursos visuais, com o objetivo de motivar os estudantes e facilitar a compreensão dos conceitos abordados.

A utilização de elementos visuais que apresentem legendas e indicações informativas, como escalas de tamanho e uso de cores fantasia, desempenha um papel essencial na correta interpretação das imagens, reduzindo possíveis ambiguidades e aprimorando a clareza das representações (Coutinho; Soares; Braga, 2010). Além disso, a disposição espacial, que mantém a proximidade entre o texto e as ilustrações, favorece a assimilação dos conteúdos, promovendo uma aprendizagem mais efetiva e significativa, conforme evidenciado nos estudos de Mayer (2001) e Coutinho, Soares e Braga (2010).

4.2.1.3 *E-book*: atividades propostas

As atividades didáticas desempenham um papel essencial na aprendizagem, especialmente em temas complexos como a Imunologia, que envolvem conceitos abstratos e processos biológicos intrincados. Quando exploradas adequadamente, permitem que os estudantes reconstruam concepções prévias, favorecendo a compreensão significativa dos conteúdos (Vasconcelos; Souto, 2003).

No contexto dos livros didáticos, as atividades exercem um papel essencial na consolidação do aprendizado, favorecendo a fixação do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades (Souza, 2009). Comenius (2006) destaca que os exercícios contribuem para o fortalecimento do conhecimento, além de aprimorarem competências como leitura, escrita e raciocínio lógico. Salzano (2004) os caracteriza como elementos intermediários entre o ensino e a assimilação efetiva dos conteúdos, enquanto Bezerra (2008) os associa ao acompanhamento do progresso dos alunos, podendo ou não estar atrelados à avaliação. Freitas (2009) reforça sua

relevância ao longo da história educacional, evidenciando sua centralidade nas sequências didáticas.

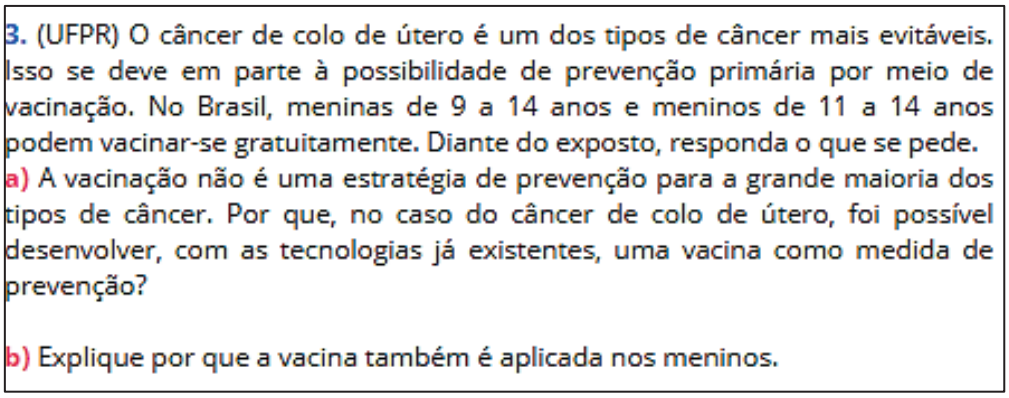
Dessa forma, os exercícios não se restringem à repetição mecânica, mas estruturam o ensino, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento cognitivo. Sua aplicação nos materiais didáticos reforça os conteúdos e estimula habilidades essenciais, tornando o ensino mais dinâmico e eficaz.

O *e-book*, proposto como recurso educacional neste estudo, apresenta dois capítulos voltados para atividades pedagógicas: um dedicado a exercícios e outro à sugestão de práticas para aplicação em sala de aula.

O capítulo VII "Desafios Imunológicos: Testando seus Conhecimentos", dedicado a atividades relacionadas aos conteúdos abordados nos capítulos anteriores, inclui cinquenta exercícios que abrangem temas como Imunologia, vacinas e soros hiperimunes. As questões estão distribuídas entre os formatos objetiva e discursiva, sendo algumas desenvolvidas especificamente para este material e outras extraídas de exames como o ENEM e vestibulares. Além de contribuir para a consolidação do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, o material funciona como uma ferramenta de apoio para estudantes e professores, auxiliando na revisão dos conteúdos, no aprimoramento do pensamento crítico e na aplicação prática dos conceitos estudados.

Aspectos como a contextualização e a problematização dos conhecimentos, bem como o estímulo ao raciocínio lógico, foram considerados na seleção das questões que compõem este material complementar ao ensino (Figura 42).

FIGURA 42 - EXEMPLO DE QUESTÃO DE VESTIBULAR SELECIONADA PARA O *E-BOOK*



3. (UFPR) O câncer de colo de útero é um dos tipos de câncer mais evitáveis. Isso se deve em parte à possibilidade de prevenção primária por meio de vacinação. No Brasil, meninas de 9 a 14 anos e meninos de 11 a 14 anos podem vacinar-se gratuitamente. Diante do exposto, responda o que se pede.

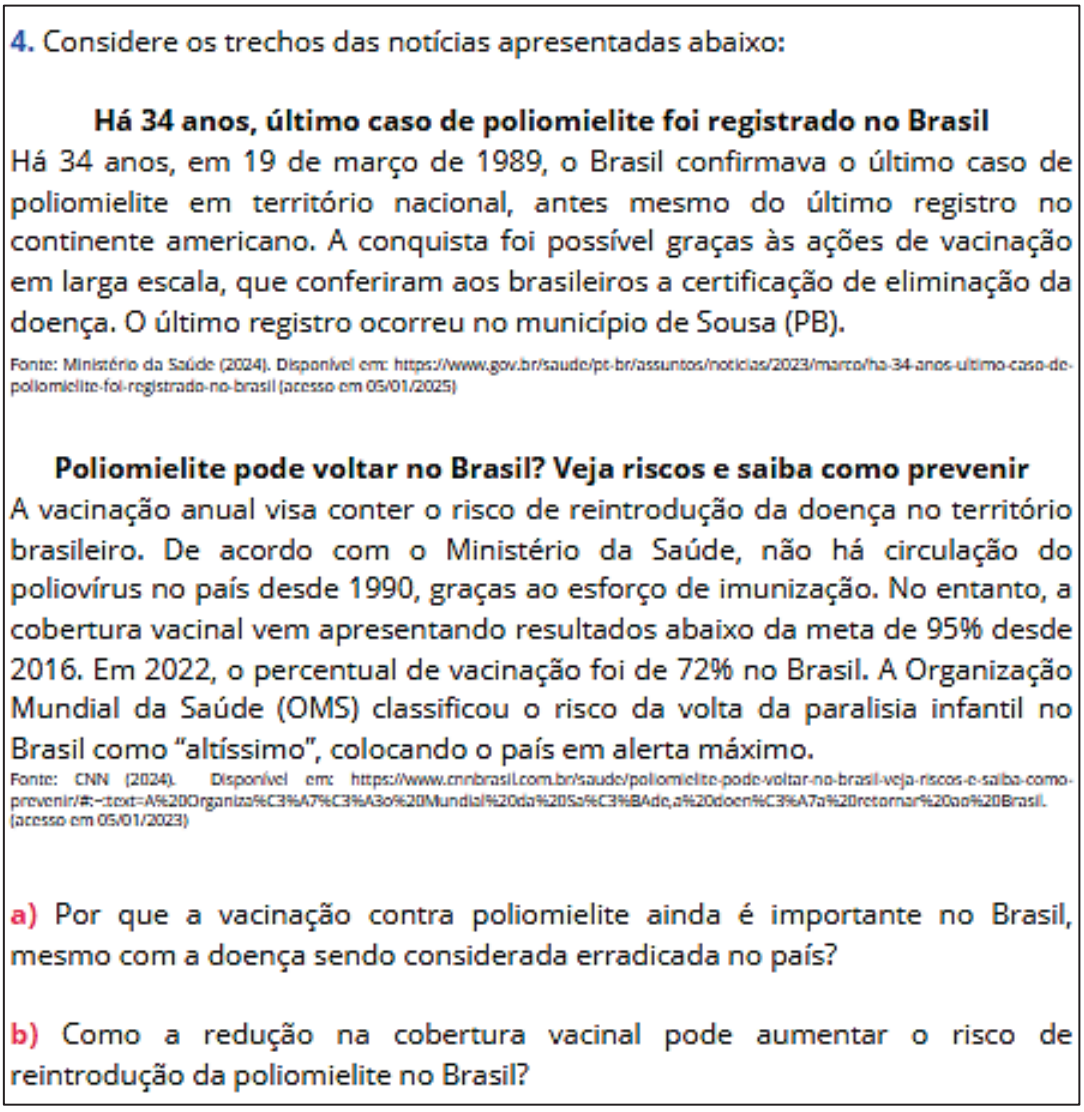
a) A vacinação não é uma estratégia de prevenção para a grande maioria dos tipos de câncer. Por que, no caso do câncer de colo de útero, foi possível desenvolver, com as tecnologias já existentes, uma vacina como medida de prevenção?

b) Explique por que a vacina também é aplicada nos meninos.

FONTE: Vestibular UFPR 2024 (2ª fase).

As questões elaboradas especificamente para este *e-book* foram desenvolvidas com o objetivo de atender a esses mesmos critérios (Figura 43).

FIGURA 43 - EXEMPLO DE QUESTÃO CONTEXTUALIZADA ELABORADA PARA O *E-BOOK*



4. Considere os trechos das notícias apresentadas abaixo:

Há 34 anos, último caso de poliomielite foi registrado no Brasil

Há 34 anos, em 19 de março de 1989, o Brasil confirmava o último caso de poliomielite em território nacional, antes mesmo do último registro no continente americano. A conquista foi possível graças às ações de vacinação em larga escala, que conferiram aos brasileiros a certificação de eliminação da doença. O último registro ocorreu no município de Sousa (PB).

Fonte: Ministério da Saúde (2024). Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/ha-34-anos-ultimo-caso-de-poliomielite-foi-registrado-no-brasil (acesso em 05/01/2025)

Poliomielite pode voltar no Brasil? Veja riscos e saiba como prevenir

A vacinação anual visa conter o risco de reintrodução da doença no território brasileiro. De acordo com o Ministério da Saúde, não há circulação do poliovírus no país desde 1990, graças ao esforço de imunização. No entanto, a cobertura vacinal vem apresentando resultados abaixo da meta de 95% desde 2016. Em 2022, o percentual de vacinação foi de 72% no Brasil. A Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou o risco da volta da paralisia infantil no Brasil como "altíssimo", colocando o país em alerta máximo.

Fonte: CNN (2024). Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/saude/poliomielite-pode-voltar-no-brasil-veja-riscos-e-saiba-como-prevenir/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde,a%20doen%C3%A7a%20retornar%20ao%20Brasil. (acesso em 05/01/2023)

a) Por que a vacinação contra poliomielite ainda é importante no Brasil, mesmo com a doença sendo considerada erradicada no país?

b) Como a redução na cobertura vacinal pode aumentar o risco de reintrodução da poliomielite no Brasil?

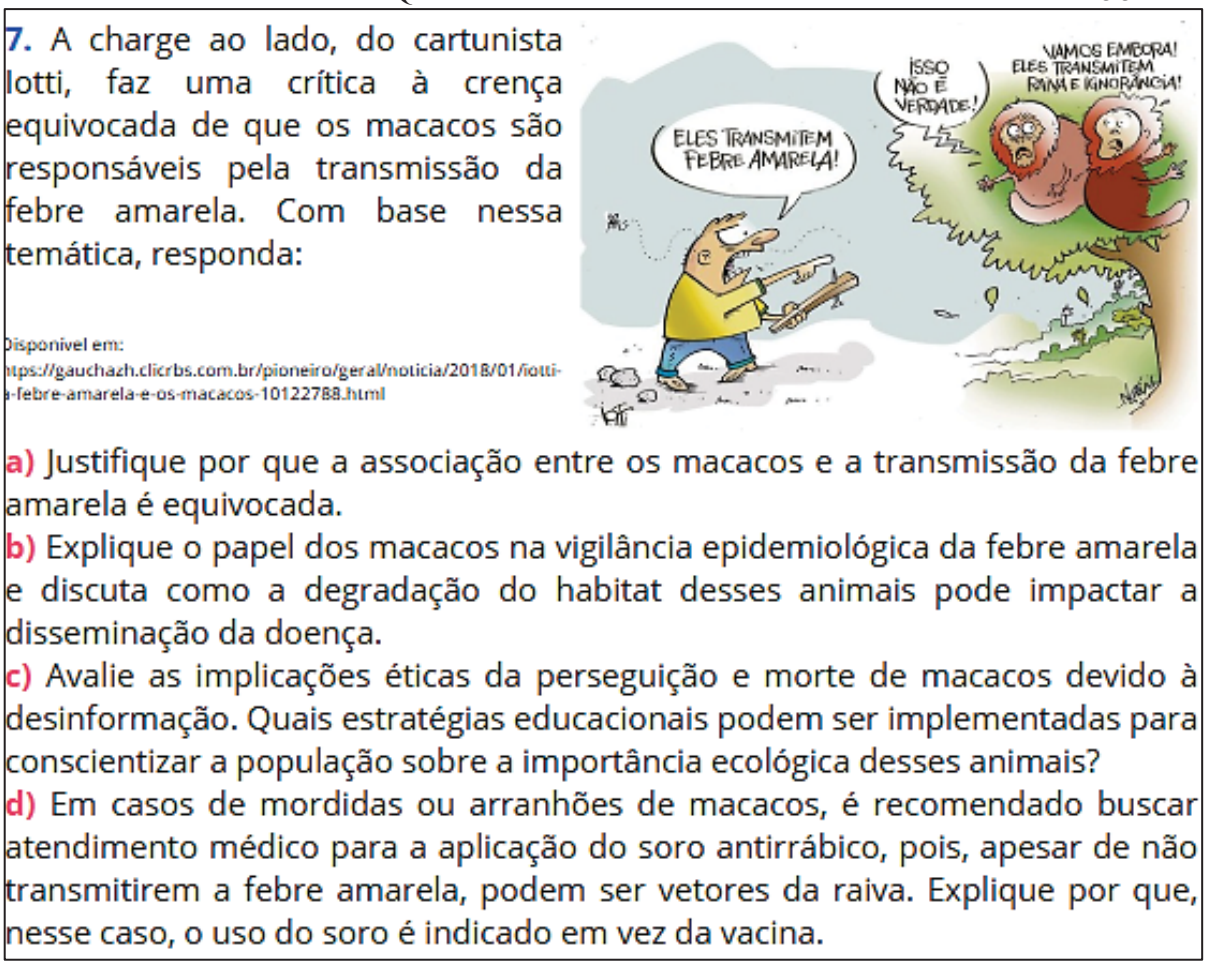
FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

A contextualização no ensino vai além da simples associação de conceitos científicos a temas do cotidiano dos alunos ou da abordagem exclusiva de assuntos sugeridos por eles. Esse processo não deve se restringir à transição do senso comum para o conhecimento científico, mas sim problematizar a relação entre o cotidiano e o saber acadêmico (Linsingen, 2010). Dessa forma, possibilita que os estudantes integrem diferentes perspectivas, ampliem sua capacidade de análise crítica e atribuam significado aos conteúdos estudados, favorecendo uma aprendizagem mais reflexiva e aplicada.

A abordagem interdisciplinar foi um aspecto considerado na elaboração de determinados exercícios, visando à integração de diferentes áreas do conhecimento, como Imunologia, ecologia, ética e saúde única. Essa estratégia contribui para a ampliação da

compreensão dos conteúdos pelos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa (Figura 44).

FIGURA 44 - EXEMPLO DE QUESTÃO MULTIDISCIPLINAR ELABORADA PARA O *E-BOOK*

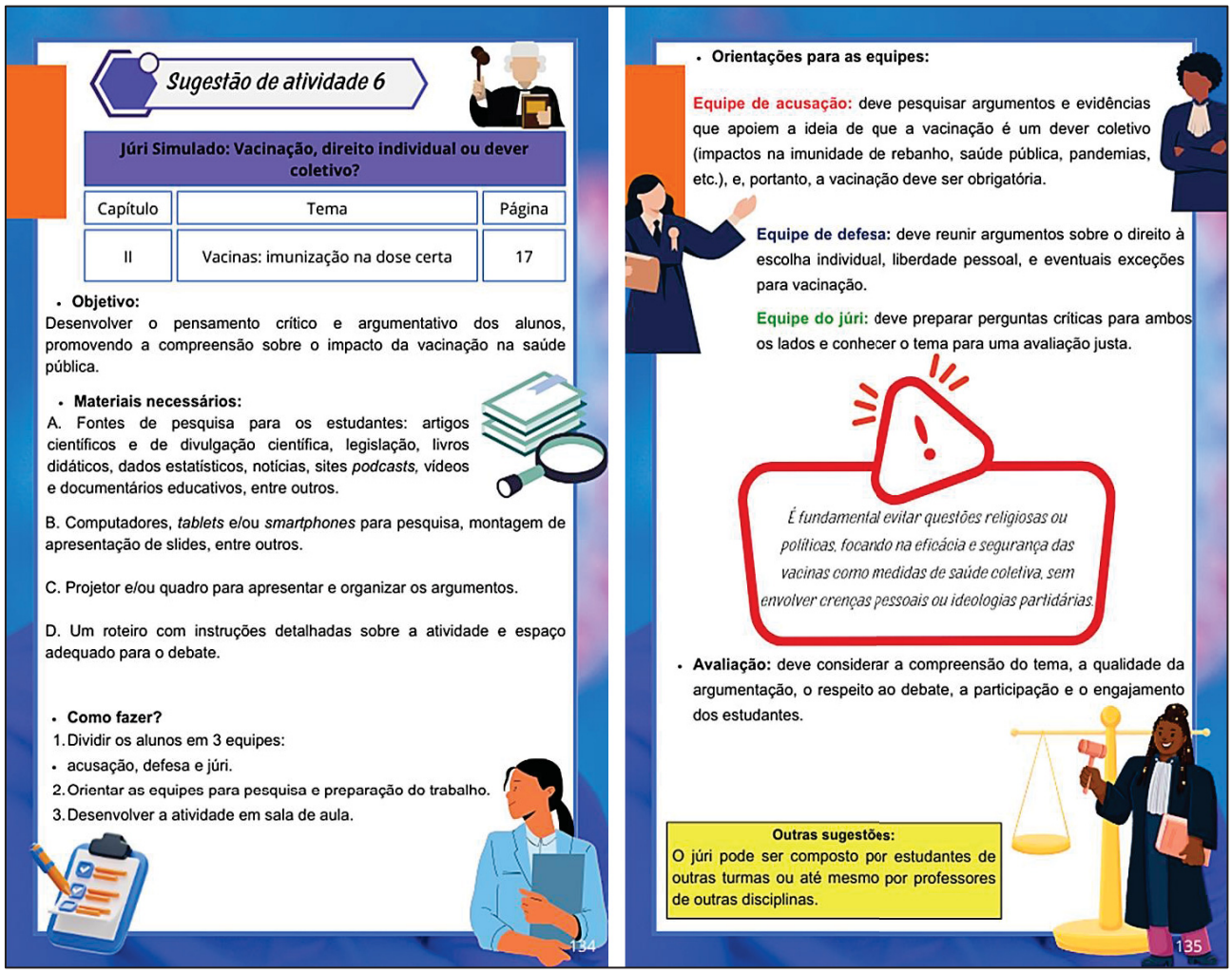


FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

O capítulo VI "Estratégias Interativas para Aprender Imunologia" foi elaborado para oferecer suporte aos professores, apresentando dezesseis sugestões de atividades didáticas. Entre elas, destacam-se nuvens de palavras, jogos, seminários, construção de portfólio e glossário, estudos de caso, júri simulado e práticas adaptadas a recursos acessíveis, considerando a realidade da maioria das escolas públicas do país. Essas estratégias visam tornar o ensino de Imunologia mais dinâmico e engajador, facilitando a aprendizagem dos estudantes.

A atividade de júri simulado "Vacinação: direito individual ou dever coletivo?" (Figura 45) exemplifica uma abordagem contextualizada, uma vez que o tema foi amplamente debatido durante a pandemia. Além disso, trata-se de uma atividade multidisciplinar, pois integra conceitos de Imunologia, ética e saúde pública.

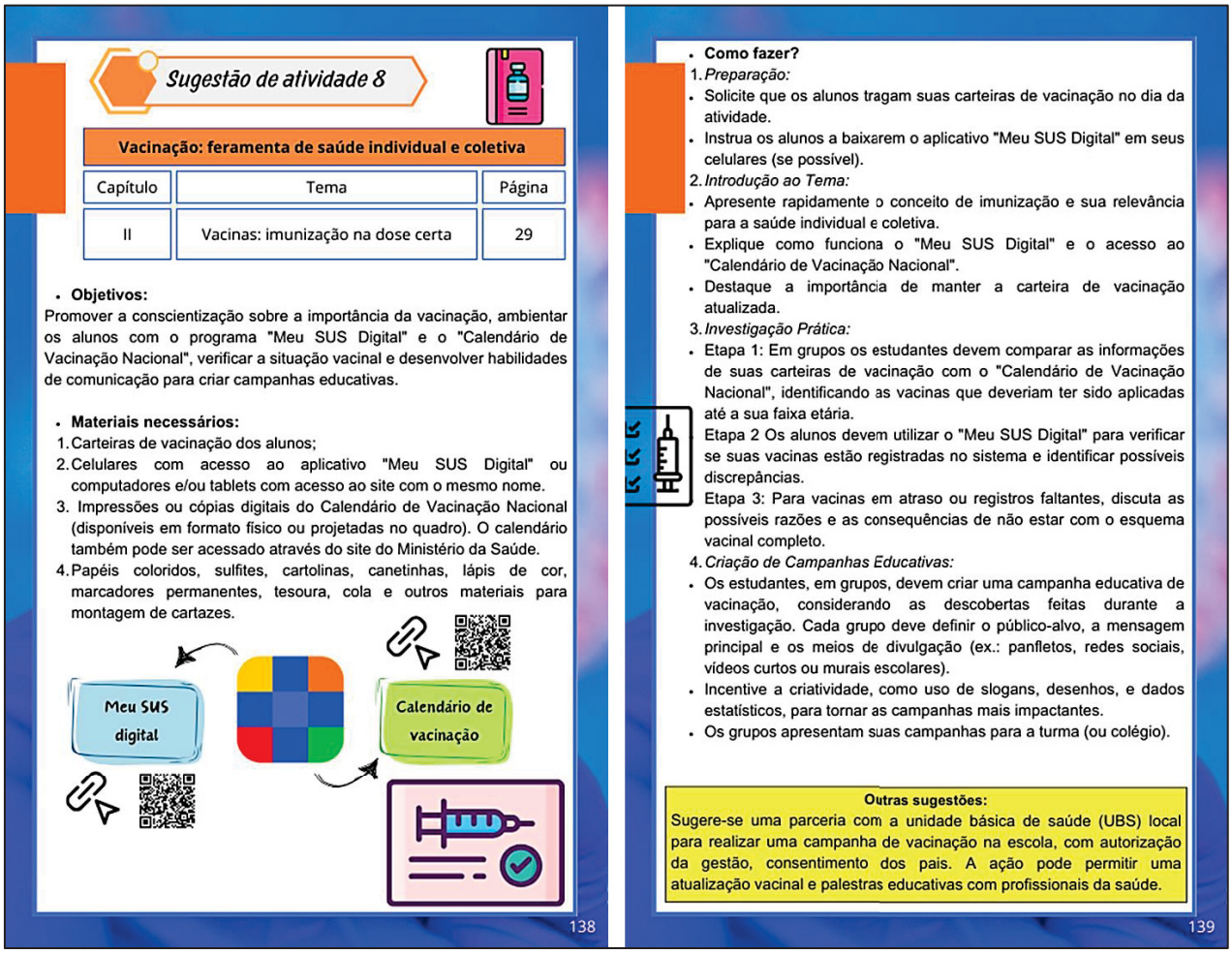
FIGURA 45 - ATIVIDADE JÚRI SIMULADO SUGERIDA PARA O *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

Outro exemplo de atividade sugerida com caráter contextualizado é "Vacinação: ferramenta de saúde individual e coletiva", que explora a imunização dos estudantes por meio da análise da carteira de vacinação, do calendário vacinal e do aplicativo "Meu SUS Digital" (Figura 46). Com um enfoque investigativo, essa atividade possui grande relevância social, pois permite que os próprios estudantes identifiquem seu status vacinal, compreendam a importância da adesão às vacinas e reflitam sobre os impactos da imunização na saúde pública. Além disso, a atividade pode ser organizada em parceria com unidades de saúde, possibilitando a atualização das vacinas da comunidade escolar e incentivando a ampliação da cobertura vacinal. Essa abordagem não apenas fortalece o vínculo entre escola e serviços de saúde, mas também contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis por sua saúde e pela saúde coletiva. Ao vivenciar essa experiência de forma prática, os alunos podem desenvolver um olhar mais crítico sobre políticas públicas de imunização e seu papel na prevenção de doenças.

FIGURA 46 - ATIVIDADE SOBRE VACINAÇÃO SUGERIDA PARA O *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

As atividades propostas nesta seção incentivam a participação ativa dos estudantes, promovendo a ludicidade, a investigação, a comunicação e o trabalho em grupo. Essas abordagens diversificadas tornam a aprendizagem mais dinâmica e interativa, afastando-se da metodologia tradicional de ensino.

Ao explorar diferentes estratégias, essas atividades permitem que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda do sistema imunológico. Além de favorecer a fixação dos conteúdos, estimulam o pensamento crítico, a aplicação do conhecimento em contextos reais e a conexão entre teoria e prática. Dessa forma, contribuem para um aprendizado mais significativo, acessível e contextualizado, enriquecendo a formação dos estudantes.

Conforme destacam Reis e Faêda (2023), os materiais didáticos devem fornecer recursos que auxiliem os professores na implementação de estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem. De acordo com Abreu, Gomes e Lopes (2005), atividades contextualizadas aproximam o ensino da realidade dos alunos, facilitando a assimilação dos conteúdos ao

integrar diferentes conhecimentos para a construção de novos significados. Dessa forma, o material proposto busca apoiar o professor por meio de atividades diversificadas, contextualizadas e com enfoque multidisciplinar.

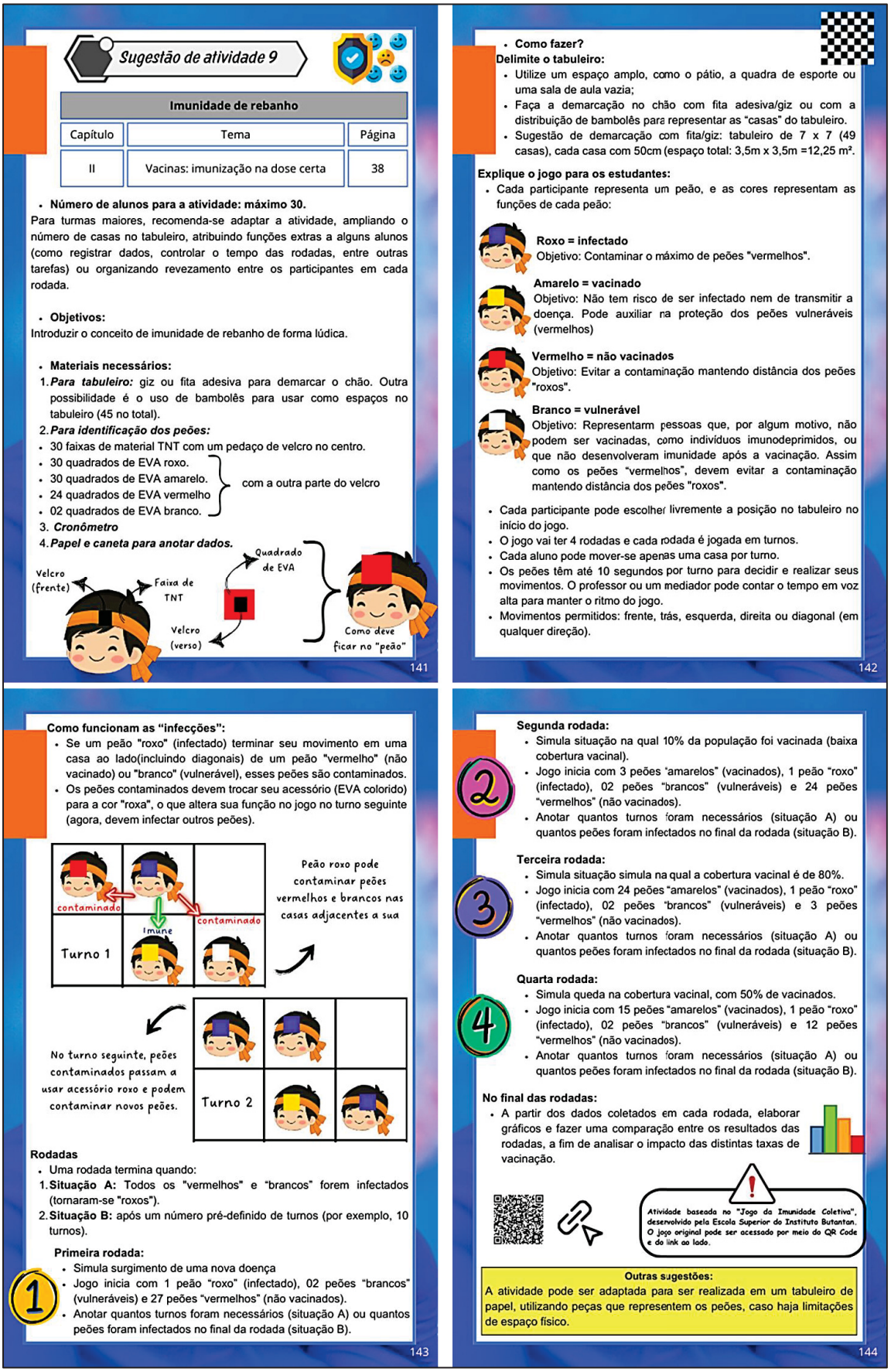
4.2.1.4 *E-book*: recursos educacionais

Os recursos didáticos educacionais são essenciais para o ensino-aprendizagem, facilitando a interação entre professor, aluno e conhecimento (Nicola; Paniz, 2016; Silva e*t al*., 2012; Souza, 2007). A utilização de diferentes ferramentas, como jogos, experimentos e vídeos, torna as aulas mais dinâmicas e estimula a construção de conhecimentos mais aprofundados (Nascimento; Campos, 2018). Diante disso, o *e-book* proposto amplia as possibilidades pedagógicas ao apresentar materiais complementares diversificados, contextualizados e interdisciplinares, auxiliando os professores na abordagem de temas como soros e vacinas de forma acessível e significativa.

No que se refere às sugestões de atividades práticas, o material proposto buscou superar as limitações relacionadas à disponibilidade de equipamentos e laboratórios bem equipados, uma vez que essa não é a realidade da maioria das instituições de ensino básico do país. Essa dificuldade frequentemente leva os professores a não realizarem atividades experimentais (Reginaldo; Sheid; Güllich, 2012; Krasilchik, 2004). Nesse sentido, conforme sugerido por Furtado *et al*. (2019), as atividades foram elaboradas para utilizar materiais de baixo custo, tornando-as mais acessíveis e viáveis para diferentes contextos escolares.

Como mencionado anteriormente na seção E-book: atividades propostas, o capítulo VI "Estratégias Interativas para Aprender Imunologia" apresenta diversas sugestões de atividades que podem ser realizadas sem a necessidade de um laboratório especializado. Um exemplo é a atividade Imunidade de Rebanho (Figura 47), que utiliza um jogo no qual os estudantes representam as peças, simulando diferentes cenários de cobertura vacinal e dispersão viral. Além de ser uma abordagem lúdica, a atividade possui um caráter investigativo, pois permite a coleta e análise de dados pelos próprios alunos, auxiliando na compreensão do conceito de imunidade coletiva ou de rebanho. Essa proposta favorece o aprendizado ativo, incentivando os estudantes a formularem hipóteses, interpretarem os resultados e discutirem suas implicações no contexto da saúde pública. Dessa forma, a atividade não apenas contribui para o entendimento do papel da vacinação na proteção individual e coletiva, mas também promove o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões informadas com base em evidências científicas.

FIGURA 47 - ATIVIDADE SOBRE IMUNIDADE DE REBANHO SUGERIDA PARA O *E-BOOK*



FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

A atividade Soro: simulação visual de neutralização de antígenos com indicadores de pH (Figura 48) é um exemplo de prática acessível, investigativa e que demonstra o mecanismo de ação do soro hiperimune na neutralização de toxinas no organismo, sem a necessidade de equipamentos laboratoriais complexos.

FIGURA 48 - ATIVIDADE SOBRE FUNCIONAMENTO DOS SOROS SUGERIDA PARA O *E-BOOK*

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

A proposta utiliza materiais de baixo custo, como soluções indicadoras de pH, para simular a interação entre anticorpos presentes no soro e os antígenos, permitindo que os estudantes observem visualmente as mudanças químicas envolvidas nesse processo. Além de facilitar a compreensão dos conceitos imunológicos, essa atividade estimula a formulação de hipóteses, a análise de resultados e a construção do conhecimento por meio da experimentação. Dessa maneira, promove um aprendizado mais dinâmico e significativo, incentivando o protagonismo estudantil e tornando os conceitos de Imunologia mais acessíveis e concretos.

Outras sugestões de atividades práticas, embora não envolvam experimentação, consistem em simulações de situações do cotidiano, como os estudos de caso. No material proposto, esse recurso foi amplamente utilizado (Figuras 49), sendo exemplificado em atividades como “Situações-problema de Imunologia”, “Estudo de caso: soro” e “Soro ou vacina? A grande decisão da imunização”.

FIGURA 49 - ATIVIDADES ENVOLVENDO ESTUDOS DE CASOS SUGERIDAS PARA O *E-BOOK*

FONTE: *E-book* “Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros” (2025).

O incentivo ao uso de novas tecnologias é uma estratégia eficaz para despertar o interesse dos estudantes e facilitar a aprendizagem (Lima; Araújo, 2021; Carneiro; Figueiredo; Ladeira, 2020; Martinsi, 2008; Almeida, 2003). Esses recursos tornam o processo educativo mais dinâmico e envolvente, tornando o aprendizado mais atrativo para esse público (Alves; França, 2023; Carvalho, 2007). Além disso, o uso de tecnologias permite maior autonomia aos estudantes, possibilitando que explorem diferentes fontes de informação, desenvolvam habilidades digitais e ampliem sua capacidade de pesquisa e análise crítica.

Nesse sentido, ao longo do material apresentado, foram feitas sugestões de jogos *on-line*, *sites*, vídeos e *podcasts* (Figura 50). Além disso, o próprio *e-book* incentiva é um incentivo à utilização dessas tecnologias, pois contém diversos *hiperlinks* que permitem o acesso a notícias, sites e outros recursos online, além de facilitar a navegação dentro do próprio material. Segundo Barro, Veras e Queiroz (2016), o uso de novas tecnologias pode tornar a aprendizagem mais prazerosa, estimulando diferentes sentidos por meio de som, imagem, movimento e animações. Além disso, esses recursos permitem que os professores diversifiquem suas metodologias, tornando as aulas mais interativas e alinhadas à realidade dos estudantes, o que contribui para um aprendizado mais significativo e contextualizado.

FIGURA 50 - SUGESTÕES PRESENTES NO *E-BOOK* QUE ENVOLVEM O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS.

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

Uma maneira de tornar um material didático mais enriquecedor é a inclusão de recursos complementares, como indicações de filmes, séries, leituras adicionais e propostas de pesquisas. Esses elementos diversificam as estratégias de ensino, tornando o aprendizado mais dinâmico, envolvente e acessível, além de possibilitar a conexão dos conteúdos com diferentes

contextos e realidades (Nascimento; Campos, 2018; Nicola; Paniz, 2016; Silva *et al*., 2012; Castoldi, 2009; Gomes, 2009; Souza, 2007;).

O *e-book* apresentado integra esses recursos por meio de duas abordagens distintas: a primeira consiste em sugestões incorporadas diretamente ao material, enquanto a segunda inclui recomendações de materiais externos complementares. Entre os recursos internos, destacam-se as seções “Você Sabia” (Figura 51), que adiciona curiosidades e informações extras ao texto base, e “Saiba Mais” (Figura 52), que explora temas relacionados de forma interdisciplinar, ampliando o conhecimento para além do foco principal do material.

FIGURA 51 - EXEMPLOS DA SEÇÃO “VOCÊ SABIA” PRESENTES NO *E-BOOK*.

FONTE: *E-book* “Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros” (2025).

FIGURA 52 - EXEMPLO DA SEÇÃO “SAIBA MAIS” PRESENTE NO *E-BOOK*.

FONTE: *E-book* “Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros” (2025).

Os recursos externos são indicados, predominantemente, na seção “Outras Sugestões” (Figura 53), que permite enriquecer o material sem a necessidade de aumentar o número de páginas. Além disso, essas recomendações também aparecem ao longo do texto (Figura 54) e na seção “Saiba Mais”, oferecendo referências complementares que aprofundam os temas abordados e ampliam as possibilidades de aprendizagem.

FIGURA 53 - EXEMPLO DA SEÇÃO “OUTRAS SUGESTÕES” PRESENTE NO *E-BOOK*.

FONTE: *E-book* “Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros” (2025).

FIGURA 54 - EXEMPLO DE SUGESTÃO DE RECURSO EXTERNO PRESENTE NO *E-BOOK*.

FONTE: *E-book* "Além da Picada: a história e a ciência por trás das vacinas e soros" (2025).

Entre os materiais complementares sugeridos estão notícias, artigos de revistas, *sites*, jogos, vídeos (incluindo documentários, entrevistas e animações), *podcasts*, informativos e infográficos. Esses recursos oferecem um suporte didático diversificado para o professor e uma ferramenta enriquecedora para os alunos, possibilitando diferentes formas de interação com o conteúdo e ampliando as oportunidades de aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise das coleções didáticas selecionadas evidenciam que a abordagem da Imunologia nos livros do Novo Ensino Médio de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresenta limitações. As principais dificuldades observadas estão relacionadas à profundidade conceitual e à oferta de recursos didáticos complementares. A avaliação dos eixos de conteúdo teórico, recursos visuais, atividades propostas e materiais adicionais revelou discrepâncias entre as coleções. Algumas apresentaram maior clareza e contextualização, enquanto outras carecem de estratégias que favoreçam a aprendizagem significativa. Além disso, a ausência de representações visuais detalhadas sobre a composição e ação dos imunobiológicos, associada à baixa diversidade de atividades e à falta de interdisciplinaridade, pode comprometer a assimilação dos conceitos pelos estudantes.

Entre as coleções analisadas, Multiversos, da FTD, apresentou o melhor desempenho, atendendo integralmente a cinco critérios, parcialmente a quatro e não contemplando três. Os critérios não atendidos pertencem ao eixo “Recursos adicionais”, evidenciando uma limitação da coleção na sugestão de materiais complementares. Por outro lado, a coleção Moderna Plus, da editora Moderna, demonstrou o maior número de deficiências, atendendo apenas três critérios e não contemplando nove.

Embora Multiversos tenha se destacado, nenhuma das coleções analisadas atendeu plenamente aos parâmetros estabelecidos, evidenciando a necessidade de aprimoramento na contextualização dos conteúdos e na diversificação de estratégias didáticas para o ensino de Imunologia. Essa limitação já foi observada em estudos anteriores sobre livros didáticos do antigo Ensino Médio, realizados por Miranda, Rodrigues e Barros (2022), Azevedo (2022), Fonseca (2018) e Andrade, Araújo-Jorge e Coutinho-Silva (2014).

Essas lacunas reforçam a necessidade de materiais didáticos que promovam não apenas o domínio conceitual, mas também uma visão crítica e reflexiva da ciência. Além disso, é fundamental que o ensino de Biologia possibilite a compreensão dos limites inerentes aos diferentes sistemas explicativos e a percepção de que a ciência não fornece respostas absolutas (BRASIL, 2002).

Os livros didáticos do Novo Ensino Médio passaram por uma reformulação significativa em relação aos materiais utilizados antes da implementação da reforma desse nível de ensino, adequando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Anteriormente organizadas de forma disciplinar, com volumes específicos para cada série e área do conhecimento, as coleções passaram a adotar uma abordagem integrada. No caso das

Ciências da Natureza e suas Tecnologias, os conteúdos de Biologia, Química e Física foram agrupados em uma única coleção. Além disso, a estrutura dos materiais foi ampliada de três para seis volumes, distribuídos ao longo do percurso formativo dos estudantes, visando atender às novas diretrizes curriculares.

Embora não constitua o foco central deste estudo, é relevante destacar algumas considerações com base na análise dos livros didáticos selecionados. A reestruturação curricular do Novo Ensino Médio impacta a organização tradicional da disciplina de Biologia, assim como das demais pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, uma vez que a nova estrutura reduz a visibilidade das disciplinas específicas. Esse fenômeno já foi identificado por Selles e Oliveira (2022), que apontam a diluição das identidades disciplinares no modelo integrado adotado, o que pode repercutir na percepção e na aprendizagem dos estudantes.

Adicionalmente, embora a proposta curricular tenha como princípio a interdisciplinaridade, verificou-se que essa integração não se concretizou de maneira efetiva. Observa-se que os volumes analisados abordam conteúdos de Biologia, Química e Física, porém sem estabelecer conexões significativas entre as áreas. Conforme apontado por Bodas e Errobidart (2024), os livros didáticos destinados ao Novo Ensino Médio apresentam discussões superficiais e insuficientes para subsidiar o trabalho docente na construção de uma abordagem interdisciplinar.

Conforme apontado nos estudos de Laguna (2001), Moreno (2009) e Mateus *et al*., (2013), a inclusão de recursos mais dinâmicos, interdisciplinares e contextualizados é essencial para fortalecer o ensino da Imunologia e promover uma aprendizagem mais significativa no Ensino Médio.

Dentro desse contexto, o *e-book* desenvolvido neste trabalho foi concebido como um recurso educacional de apoio aos professores de Biologia no ensino de Imunologia. Com foco nos imunobiológicos, especificamente vacinas e soros, o material buscou utilizar uma linguagem acessível e um *layout* visualmente atrativo para os estudantes. Além de preencher possíveis lacunas de aprendizagem sobre o tema, o *e-book* estimulou o ensino de Imunologia por meio de sugestões de atividades baseadas em metodologias ativas e no ensino por investigação.

Para favorecer a compreensão dos conteúdos, o material incorporou recursos visuais que, além de agregar valor estético, mantêm uma função didática essencial, apresentando informações claras sobre escalas, legendas e continuidade espacial. Também foi estruturado com uma ampla diversidade de exercícios, incluindo questões objetivas, discursivas e atividades práticas, lúdicas e investigativas.

No que se refere a materiais complementares, o *e-book* propôs diferentes atividades que ampliam as possibilidades de abordagem para os professores e oferecem aos estudantes uma variedade de recursos para aprofundamento. Além disso, abordou de forma crítica a questão das fake news relacionadas à imunização, promovendo a alfabetização científica e o desenvolvimento do pensamento crítico sobre o tema.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAR, C. A. A. P. Noções de lógica matemática. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Centro das Ciências Exatas e Tecnologia, 2006.

ABBAS, A. K., LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. Imunologia celular e molecular. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A; H.; PILLAI, S. Imunologia Básica. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2019.

ABREU, R. G. de; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biologia e Química. Investigações em Ensino de Ciências – v.10, n 3, p. 405-417, 2005.

ADNAN, N. H.; YAACOB, Y.; HASSAN, M. K.; SALLEH, H. M.; NOORBATCHA, I. A. Developing CAS models in immunology teaching. In: Atas da ICEE'09 - International Conference Electrical Engineering and Informatics, p.172-176, 2009.

AGLEN, B. Pedagogical strategies to teach bachelor students evidence-based practice: a systematic review. Nurse Education Today, United Kingdom, 2015.

AGUIAR, C. M. A. de; PAULO, B. A. de; SILVEIRA, A. P. Potencialidades do Dicionário Biológico como ferramenta pedagógica no Ensino de Biologia.VIII Enebio, Ensino de Ciências e Biologia e Relações CTSA. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/CEGO_TRABALHO_EV139_MD8_SA17_ID793_01092020231853.pdf. Acesso em 2 22 fev. 2025.

ALBUQUERQUE, A. G. A importância da contextualização na prática pedagógica. Research, Society and Development, v. 8, n. 11, p. 01-13, 2019.

ALBUQUERQUE, I. C. S.; COELHO, J. F. R.; RODRIGUES, N. R.; COSTA R. S. Construção de um dicionário virtual para incremento do aprendizado de Biologia no ensino propedêutico. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 23, n. 3, 2015.

ALMEIDA, D. M. de; NATALE, C. C.; MELLO, P. S. Imunologia na sala de aula sequências de ensino. São Paulo, Editora Na Raiz, 2021.

ALMEIDA, D. M. de.; TRIVELATO, S. L. F. Elaboração de uma atividade de ensino por investigação sobre o desenvolvimento de linfócitos B. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, Águas de Lindóia, SP – 2015.

ALMEIDA, M. E. Bianconcini de. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, 2003.

ALMEIDA, M. E. F.; RAMOS, J. A. de S. C. Práticas lúdicas (teatro e música) como método de ensino da Imunologia para crianças. Teatro: criação e construção de conhecimento, v. 5, n. 2, p. 96-107, 2017.

ALMEIDA, M. E. F.; SANTOS, V. S. Ensino de Imunologia pela incorporação do conhecimento pelo teatro e a música. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 13, n. 3, 2015.

ALMEIDA, M. J. S.; MACEDO, A. B. N.; APOLINÁRIO, M. O. Percepção dos estudantes do Ensino Médio sobre novas metodologias aplicadas ao ensino de Zoologia, com ênfase aos peixes ornamentais, em uma escola pública em Frei Martinho – PB. Educação, Ciência e Saúde, v.6, n.1., 2019.

ALVES, K. T.; MAZALI, G. S.; PEGORARO, J. A.; ORLANDO, J.; ALMEIDA, D. M. de. O Uso de História em Quadrinhos no Ensino de Imunologia para Educação Básica de Nível Médio. Revista Inter Ação, v. 41, n. 3, 565–584, 2016.

ALVES, P. T. de A.; SILVA, S. A. da; JUCÁ, S. C. S. A área de ciências da natureza e suas tecnologias na base nacional comum curricular do Ensino Médio: aspectos críticos. ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, 2023.

ALVES, R. O.; FRANÇA, S. A Importância Do Uso Das Novas Tecnologias Nas Escolas Públicas. Revista Tópicos, v. 1, n. 3, 2023.

AMABIS, J. M. *et al.* Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo, Editora Moderna, 2020.

AMORIM, Y. S.; DANTAS, D. de M.; ALVES, A. M. de S.; OLIVEIRA, F. C. A. de; OLIVEIRA, E. C. C. de; BEZERRA, N. S. R. F.; FIGUEIREDO, F. V.; TORRES, C. M. G. Interdisciplinaridade no ensino de Biologia: movimento articulador do fazer pedagógico e do processo de ensino e de aprendizagem. Revista Interfaces, v. 8. n. 1, 2020.

ANDRADE, M. L. F. de; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. Ciênc. educ., v. 17, n. 4, 2011.

ANDRADE, V. A. Imunostase: uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia. Dissertação de Mestrado. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

ANDRADE, V. A., ARAÚJO-JORGE, T. C.; COUTINHO-SILVA, R. O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da Educação Básica Brasileira. Lat. Am. J. Sci. Educ., 2014.

ANDRADE, V. A.; BARBOSA, J. V. Desenvolvimento do protótipo do jogo didático Imunostase Card Game como recurso instrucional para o Ensino de Imunologia. Latin American Journal of Science Education, v. 1, p. 12037-112037-23, 2015.

ANDRADE, V. A.; PAULA, L. M. NICOLINI, L. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; COUTINHOSILVA, R. A Imunologia no segundo segmento do Ensino Fundamental Brasileiro. Ciências & Cognição, v. 20, n. 1, p. 142-154, 2015.

ANDRADE, V. A. de; ARAUJO-JORGE, T. C.; COUTINHO-SILVA, R. Concepções discentes sobre Imunologia e sistema imune humano. Investigações em Ensino de Ciências – v. 21, n. 3, p. 01-22, 2016.

ANTUNES, A. S.; CARDOSO, F. S.; NOGUEIRA, S. R. A.; ZEFIRO, N. M.; GONZALEZ, M. S.; PINTO, C. E. O sistema imunológico para a educação básica: Construção de um jogo por estudantes superdotados. Preprint, submetido a 11 de dezembro de 2022.

ARIÈS, P. História Social da Criança e da Família. Rio de Janeiro: LTC. 2006.

ARTUSO, A. R.; DE MARTINO, L. H.; COSTA, H. V. da; LIMA, L. Livro didático de física – quais características os estudantes mais valorizam. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 4, 2019.

AULETTA, A. P. Escola e paradidáticos: uma proposta de trabalho com os multiletramentos. Dissertação (Mestrado em Letras) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Assis, 2019.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

ÁVILA, C. M. O.; CAVALHEIRO, S. A. C. Rubrica construcionista para avaliação de atividades didáticas. In: Workshop sobre educação em computação (WEI), 30, 2022, Niterói. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 310-321. 2022.

AZEVEDO, A. C.; ARAÚJO, M. das D. F. Recursos Didáticos Alternativos como meios estimuladores de aprendizagem: Reflexões a partir da experiência no Residência Pedagógica. Revista Humanidades e Inovação v.7, n.8, 2020.

AZEVEDO, I. M. F. A trilha da vacina: o uso da gamificação como abordagem estratégica para a construção do conhecimento em Imunologia no Ensino Médio. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Ceará. 2022.

AZEVEDO, L. M. D. Ebook vs. livro tradicional como ferramenta educativa. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Gráficas) – Instituto Superior de Educação e Ciências, Lisboa, 2012.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 19-33, 2004.

AYRES, A. R. G. Noções de Imunologia: sistema imunológico, imunidade e imunização. o. In: SILVA, M.N., FLAUZINO, R.F., GONDIM, G.M.M., eds. Rede de frio: fundamentos para a compreensão do trabalho [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, p. 239-256, 2017.

BACICH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso Editora, 2018.

BADZINSKI, C.; HERMEL, E. do E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc., v. 17, n. 2, 2015.

BAALBAKI, A. A. K. Burocracia e controle das escolas estaduais do Paraná: o registro de classes on-line. 2022. 117 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Cultura e Fronteiras) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu PR. Disponívelem: https://tede.unioeste.br/handle/tede/6378. Acesso em: 03 mar. 2025.

BARARDI, C. R. M.; CAROBREZ, S. G.; PINTO, A. R. Imunologia. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BARBOSA, E. K. M; FRANCISCO, M. V. O novo ensino médio no estado do Paraná:uma análise histórico-dialética acerca da reformulação curricular. Revista Ponto de Vista, Universidade Federal de Viçosa, v. 13, n. 2, 2024.

BARBOSA, R. M. Y. O. Ausubel e a aprendizagem significativa. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.10, n.07, 2024.

BARCELLOS, L.da S., GERVÁSIO, S. V., JONIS SILVA, M. do A.; COELHO, G. R. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências, v. 19, p. 37-65, 2019.

BARRETO, C. M. B.; TEIXEIRA, G. A. P. B. Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2013.

BARRETO, J. P. de S.; MELO, R. A. Usos dos livros paradidáticos no ensino de ciências no Ensino fundamental: da teoria à prática. Caderno Seminal, Rio de Janeiro, n. 44, 2023. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/cadernoseminal/article/view/72320. Acesso em: 20 abr. 2025.

BARRETO JUNIOR, W. B.; SANTOS, B. F. dos. Os exercícios como instrumento didático no ensino e na aprendizagem de química: contribuições da formação inicial. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 2012.

BARRO, M. R.; VERAS, L.; QUEIROZ, S. L. Blogs no ensino de Química: análise de comentários publicados em disciplina de comunicação científica. Quím. Nova, v. 39, n.2, p. 238-244, 2016.

BASTOS, K. da L.; GONÇALVES, K. M.; NETO, J. dos S. C. Modelo padrão: uma análise dos Livros Didáticos do PNLD para identificar conceitos relacionados a Física de Partículas Elementares. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, 2022.

BERBEL N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina Ciências Sociais e Humanas [serial on the internet]. 2011.

BERÇOT, F. F., FIDALGO-NETO, A. A., LOPES, R. M.; FAGGIONI, T.; ALVES, L. A. Virtual immunology: software for teaching basic immunology. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 41, n. 6, p.377-383, 2013.

BEZERRA, M. A. Questões discursivas para avaliação escolar. Revista Acta Scientiarum Language and Culture. Maringá, v. 30, n., p. 149-157, 2008.

BITTENCOURT, Circe (Org.) O saber histórico na sala de aula. São Paulo: Contexto, 1997.

BODAS, F. R. L. de.; ERROBIDART, N. C. G. Análise das concepções sobre interdisciplinaridade nos livros didáticos de projetos integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (PNLD 2021). Ens. Tecnol. R., Londrina, v. 8, n. 1, p. 13-29, 2024.

BONFIM, L. M.; SANTO, R. F. do E.; QUADROS, E. C.; ORGE, C. T. D. M.; CARNEIRO, R. T. de O.; MAGALHÃES, C. P.; LIMA, F. R. Ensino por investigação em Imunologia: As células de defesa e seus mecanismos efetores frente a doenças específicas. Atas de Ciências da Saúde, São Paulo, v.7, p. 66-81, 2019.

BONFIM, M. Exercícios de livros didáticos e avaliação democrática das aprendizagens. Revista Teias v. 24, n. 72. Rio de Janeiro, 2023.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em revista, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014.

BOTELHO, J. C.; ANDRADE, N. B. L. Análise do ensino e aprendizado do tema Imunologia em escolas do município de Itaperuna – RJ. Acta Biomedica Brasiliensia, v. 9, n. 3, 2018.

BRANDÃO, J. D. P. O papel e a importância do livro didático no processo de ensino aprendizagem. Conedu – Congresso Nacional de Educação, 2014.

BRASIL. Lei Federal n° 9394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Biologia. Ensino Médio. Brasília. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. PNLD 2018: apresentação – guia de livros didáticos – Ensino Médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2018a.

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

BRUNNER, C.J. Workshop: Veterinary Immunology Teaching. Veterinary Immunology and lmmunopathology, 54, 385-387, 1996.

BRITO, B. W. da C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. de S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e Biologia. Revista Vivências em Ensino de Ciências, 2ª ed. especial, v. 2, n.1, 2018.

BRITO, L.; FIREMAN, E. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc., v. 18, n. 1, 2016.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagem. Educação e Sociedade, Campinas, v.25, n.89, p. 1359-1378, 2004.

CAMILO, M.; NEVES, M. C. D.; BELONI, B. M. Novo Ensino Médio no Paraná e a sua política de controle e desumanização do trabalho docente: autoritarismo e tecnicismo. Revista Caderno Pedagógico–Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v.21, n.8, p.01-20, 2024.

CAMPELLO, B. S.; SILVA, E. V. da. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. Biblioteca Escolar em Revista, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018.

CAMPOS, C. R. Livro paradidático: um estudo voltado para o ensino/aprendizagem de Estatística na escola básica. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 23, n. 4, p. 140-170, 2021.

CAMPOS, C. R.; PERIN, A. P. Livro paradidático: um estudo voltado para o ensino/aprendizagem de Estatística na escola básica. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 23, n. 4, p. 140-170, 2021.

CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999

CANTO, F. B.; BARRETO, C. M. B. O vídeo como ferramenta didático-pedagógica sensibilizadora para o aprendizado de Imunologia. Revista Aleph, v. 5, n. 15, p.1-26, 2011.

CANVA. [Surry Hills, AU]: Canva Company Profile, 2012. 1 Ferramenta On-line. Disponível em: https://www.canva.com. Acesso em: 25 fev. 2025.

CARDOSO-SILVA, C. B.; OLIVEIRA, A. C. de. Como os livros didáticos de Biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? Ciência & Educação, v. 19, n. 1, p. 169-180, 2013.

CARNEIRO, A. P.; FIGUEIREDO, I. S. de S.; LADEIRA, T. A. A importância das tecnologias digitais na Educação e seus desafios. Revista Educação Pública, v. 20, n. 35, 2020.

CARNEIRO JUNIOR, S. V.; BOWLES, S. Sequência didática para o estudo sobre vacinação: o juri simulado com enfoque na aprendizagem baseada em problemas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, p. 51, 2019.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18. n. 3, p. 765–794, 2018.

CARVALHO, J. L. de. O Uso de História em Quadrinhos / Textos Ilustrados Como Material Paradidático no Ensino de Biologia Celular e Genética. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. Campinas, São Paulo, 2019.

CARVALHO, R. As tecnologias no cotidiano escolar: possibilidades de articular o trabalho pedagógico aos recursos tecnológicos. Paraná, 2007.

CARVALHO NETO, E. R. G. O Livro Didático E As Teorias Pedagógicas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal. Holos, v. 6, p. 402-414, 2015.

CASTELLAR, S. M. V. (org.). Metodologias ativas: Introdução. São Paulo, FTD, 1 ed. 2016a.

CASTELLAR, S. M. V. (org.). Metodologias ativas : Ensino por investigação. São Paulo, FTD, 1 ed. 2016b.

CASTOLDI, L.; ALBIERO, L. R. Ensino de Imunologia: atividades na graduação e no Ensino Médio. Scientific Electronic Archives, v. 15, n 1, Janeiro, 2022.

CASTOLDI, L.; ALBIERO, L. R. Ensino de Imunologia: atividades na graduação e no Ensino Médio. Scientific Electronic Archives, v. 15, n. 1, 2021.

CASTOLDI, R; POLINARSKI, C. A. A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIENCIA E TECNOLOGIA. Ponta Grossa, PR, 2009.

CAXITO, M. L. C.; VELOSO, B.; MILL, D. Sequência didática sobre vacinas e fake news como instrumento para educação midiática no ensino de ciências. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, 2022.

CHARTIER, Roger. A aventura do livro: do leitor ao navegador. São Paulo: UNESP, 1999.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

COLL, C. Constructivismo y educacion: La concepcion constructivista de la ensenanza y el aprendizaje. In C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Eds.), Desarrollo psicologico y educacion II. Psicologia de la Educacion [Psychological Development and Education II. Educational Psychology], p. 157-188. Madrid: Alianza Editorial. 2001.

COMENIUS. Didática Magna. Trad. Ivone Castilho Benedetti. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

CONCEIÇÃO, J. L. M. da; EÇA, J. L. M. de; PEDRO, J. B. De S. Base Nacional Comum Curricular -BNCC: uma análise das competências gerais. Revista Cocar. v.16, n.34, p.1-21, 2022.

CORPE, F. P.; MOTA, E. F. Utilização de modelos didáticos no ensinoaprendizado em Imunologia. Revista da SBEnBio, n.7, 2014.

COSTA, G. R.; BATISTA, K. M. A importância das atividades práticas nas aulas de ciências nas turmas do ensino fundamental. REVASF, Petrolina-PE, v. 7, n.12, p. 06-20, 2017.

COSTA, I. M. S. da.; PEREIRA, B.; SILVA, J. M. C. da.; FERREIRA, M. S. O Ensino de Biologia na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio: a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. VIII ENEBIO, p. 3689-3697. 2021.

COSTA, V. C. I. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Revista Távola online, v. 5, n. 3, 2011.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G.; BRAGA, S. A. de M. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o Ensino Médio. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, v. 10, n. 3, 2010.

CUNHA, N.C.; REZENDE, J.L.P.; SARAIVA, I.S. Análise do conteúdo de botânica nos livros didáticos do ensino fundamental. Argum. Pró-Educ., v.2, n.6, p.493-513, 2017.

DALGALLO, L.; DUTRA, A.; SILVEIRA, R. M. F. Construção de e-book como ferramenta de ensino-aprendizagem no curso superior de enfermagem: aplicação na disciplina de prática integradora IV. Revista Educação Online, Rio de Janeiro, n. 40, , p. 142-160, 2022.

DAMASCENO, K.A.; SANTOS, F. L. N.; COELHO, P. L. C.; BOAVENTURA, V.S. Desenvolvimento e validação do jogo Imuno alvo como metodologia ativa para o ensino de Imunologia. ACIS, v. 8, n. 4, p. 97-108, 2020.

DAVID, E. A.; GONZAGA, A. E. de S. Uso do raciocínio lógico e suas inferências na resolução de problemas do dia a dia. Intermaths, v. 4, n. 2, p. 151-166, 2023.

DEBARD, N.; PY, P.; KRAEHENBUHL, J. P.; FUCHS, J. The influence of the Internet on immunology education. AOP Nature Reviews Immunology, v. 5, n. 9, p.1-5, 2005.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, Jose Andre Peres. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2000.

DICARLO, S. E. Cell biology should be taught as science is practiced. Nature Reviews Molecular Cell Biology, v. 7, 2006.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma a bordagem teórica. Revista Thema, v. 14, n. 1, 2017.

DISTLER, R. R. Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica. *Rev. Psicopedag*., v.32, n.98, p.191-199, 2015.

DOMINGUINI, L. Fatores que evidenciam a necessidade de debates sobre o livro didático. Congresso Internacional de Filosofia e Educação. Caxias do Sul – RS, 2010.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D. de; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências v.13, n. 1, 2018.

EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: Organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). Epistemologia e Ensino de Ciências. Salvador: Arcadia/UCSal, 2002.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. In: encontro de pesquisa em educação em Ciências, Valinhos – SP, 1999.

FAGGIONI, T., BERÇOT, F.F., LOPES, R.M., ALVES, L.A. (2011). Softwares educacionais: o que temos disponível como ferramenta auxiliar do ensino de Imunologia? in VII ENPEC, Campinas, SP, 2011.

FAPESP. São Paulo, 2025. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/. Acesso em 10 jan. 2025.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa. 15. Ed. Campinas: Papirus, 2008.

FERREIRA, R. W.; CÓRDULA, E. B. L. A importância da Literatura Visual no processo de ensino-aprendizagem do(a) aluno(a) surdo(a). Revista Educação Pública. 2017.

FILHO, M. de A. V.; SANTOS, P. de C.; MAIA, A. M. L. R. Imunocards: aprendendo as defesas do organismo jogando. Research, Society and Development, v.11, n. 2, 2022.

FILHO, S.C.T; SILVA, B.B; SILVA, L. F. Educação Midiática no Ensino de Ciências: levantamento de discussões em periódicos da área. Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campina Grande: Realize Editora, 2021.

FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em https://portal.fiocruz.br/. Acesso em 04 jan. 2025.

FONSECA, R. D. 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. Monografia (Especialização em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, p. 50, 2018.

FRANCO, L.G.; MUNFORD, D. Aprendendo a usar evidências nos anos iniciais do ensino fundamental ao longo do tempo: um estudo da construção discursiva de formas de responder questões em aulas de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. 2, p. 662–688, 2017.

FRANCO, L. G. (org). Ensinando Biologia por Investigação II: propostas para inovar a ciência na escola. 1 ed. São Paulo, Editora Na Raiz, 2024.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa. 51ªed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2015.

FREITAS, I. A fixação dos conteúdos históricos. In: Freitas, Itamar (org.). História Regional para a escolarização básica no Brasil: o texto didático em questão (2006/2009). São Cristóvão: Editora UFS, p. 55-73, 2009.

FURTADO, M. L.; ALCANTARA, O. A. de.; NASCIMENTO, B. N. do.; MENDONÇA, L. R. O.; LIBERATO, M. da C. T. C. Associação teoria-prática no processo de ensino aprendizagem em Química. VI CONEDU, out. 2019.

GALHARDI, C. P.; FREIRE, N. P.; FAGUNDES, M. C. M.; MINAYO, M. C. de S.; CUNHA, I. C. K. O. *Fake news* e hesitação vacinal no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 27, nº 5, p. 1849-1858, 2022.

GARCIA, J. O futuro das práticas de interdisciplinaridade na escola. Revista Diálogo Educacional, v. 12, n. 35, p. 209-230, 2012.

GARCIA, M. KARL B.; MARTINS, I. Letramento científico e letramento midiático: possíveis articulações frente às questões contemporâneas. Revista Interdisciplinar Sulear, ano 07, n.17, p.25-41, 2024.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2010.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. Multiversos, Ciências da Natureza. São Paulo, Editora FTD, 2020.

GOMES, C. F. A atividade lúdica na relação ensino-aprendizagem: reflexões sobre o papel do ludismo na formação de professores. Universidade Federal de Mato Grosso. IX Congresso Nacional de Educação, 2009.

GONÇALVES, P. S. R. Imunização: um jogo didático para o ensino de Imunologia no Ensino Fundamental. Revista Educação Pública. Rio de Janeiro, v. 23, nº 10, 2023.

GONÇALVES, T. M. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.1, p.4854-4860, 2021.

GUESHI, A.H. M.; DA CUNHA, F.B.A vacina e outros conceitos da Imunologia em livros didáticos do Ensino Médio. In: Congresso sobre Ambiente, Tecnologia e Educação, Anais. Tupã, 2020. Disponível em: http://sis.tup.ifsp.edu.br/ocs/index.php/CATE-2020/CATE-2020/paper/viewFile/135/63. Acesso em: 14 nov. 2024

HORIKAWA, A.; JARDILINO, J. A formação de professores e o livro didático: avaliação e controle dos saberes escolares. Revista Lusófona de Educação, América do Norte, 15, Ago. 2010.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: TABER, K., & AKPAN, B. (Ed.). Science Education: An International Course Companion, Rotterdam: Sense Publishers, p.69-80, 2017.

JÚNIOR, F. M. C.; MONTEIRO, P. B.; CARDOSO. I. C.; QUEIROZ. P. V. da S.; VIEIRA, A. R. M.; SILVA, J. P. da; SANTOS, S. B. L. SANTOS, E. da S. Avaliação dos livros didáticos de Biologia: uma propostareflexiva e comparativa acerca do conteúdo de biotecnologia. Curitiba: Revista Foco, v. 16, n. 5, p. 1-13, 2023.

JUNIOR, J. F. C; LIMA, P. P. de.; ARCANJO, C. F.; SOUZA, F. F. de.; SANTOS, M. M. de O.; LEME, M.; GOMES, N. C. Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. REBENA - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 5, p. 51 – 68, 2023.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. Ciência & Educação, Bauru, v. 17, n.1, p. 35-50, 2011.

KILGOUR, J. M.; GRUNDY, L.; MONROUXE, L. V. A rapid review of the factors affecting healthcare students' satisfaction with small-group, active learning methods. Teaching and Learning in Medicine, Springfield, v. 28, n. 1, p. 15-25, 2016.

KRASILCHIK, M. Prática de ensino de Biologia 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

KRÜGER, V. A. A.; HILGERT-MOREIRA, S. B. As contribuições das metodologias ativas no Ensino de Ciências para o processo de ensino e aprendizagem. Revista Educar Mais, v. 7, p. 723-738, 2023.

LAGUNA, A. G. J. A contribuição do livro paradidático na formação do aluno-leitor. Augusto Guzzo Revista Acadêmica, São Paulo, n. 2, 2001.

LEAL, C. A.; PEREIRA, B. Onde está a Biologia? O "objeto 2" de Ciências da Natureza do Programa Nacional do Livro Didático. VII Encontro Nacional de Ensino de Ciências, da Saúde e do Ambiente, 2022.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento. In: LEITÃO, S., & DAMIANOVIC, M.C (Ed.). Argumentação na escola: o conhecimento em construção. p.13-46, Brasil: Pontes. 2011.

LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O. de; SILVA, V. V. da; SANTOS, A. M. da. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. RECH-Revista Ensino de Ciências e Humanidades –Cidadania, Diversidade e Bem Estar, v. 1, n. 1, p. 400-413, 2017.

LIMA, F. M.; RODRIGUES e SILVA, F. A. Identificando práticas epistêmicas na utilização de um jogo sério colaborativo para o ensino de Imunologia. 2º EnEci – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. Belo Horizonte, 2020.

LIMA, J. F. de; AMORIM, T. V.; LUZ, P. C. S. da. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino Médio. REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 11, n. 1, p. 36-54, 2018.

LIMA, M. F.; ARAÚJO, J. F. S. de. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. Revista Educação Pública, v. 21, n. 23, 2021.

LIMA, V.V.; KOMATSU, R.S.; PADILHA, R.Q. Desafios ao desenvolvimento de um currículo inovador: a experiência da Faculdade de Medicina de Marília. Interface Comunic., Saude, Educ., v.7, n.12, p.175-84, 2003.

LINSINGEN, L. *von*. Metodologia de ensino de ciências e Biologia. Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC, 2010.

LOPES, M. M.; PLATZER, M. B. O uso de recursos didáticos como estratégia no ensino de Ciências e Biologia. Revista Uniara, v.16, n.1, julho 2013.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B. da; LORETTO, E. L. S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma breve Revisão. Acta Scientiae, Canoas, v.20(2), p.154-171, 2018.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Filosofia da educação. São Paulo: Cortez, 1994.

MACÊDO, E. A imagem da ciência: folheando um livro didático. Educação e Sociedade, v. 25, n. 86, p. 103129, 2004.

MACHADO, C. T.; CARVALHO, A. A. Immuno Rush: análise de um serious game sobre Imunologia. Revista Tecnologias na Educação, v. 25, 2018.

MACHADO. R.F.M.; SANTOS, B. M.; GHIDINI, A. R. Relato de experiência no ensino de ciências: atividades lúdicas sobre o tema universo. Experiências em Ensino de Ciências, v.16, n.1, p.257-276, 2021.

MAFF, C.; PREDIGER, T. L.; FILHO, J. B. da R.; RAMOS, M. G. A contextualização na aprendizagem: Percepções de docentes de Ciências e Matemática. Revista Conhecimento Online, Novo Hamburgo, v. 2 , 2019.

MANZ, E.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Rethinking the classroom science investigation. Journal of Researchin Science Teaching, v. 57, n. 7, p. 1148–1174, 2020.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D.; DALOSSI, T. G.; LOPES, S. M. The development and characterization of a sequence of teaching on scientific argumentation in the immunology classes for high school students in health. Atas de Saúde Ambiental, v. 8, p. 160-164, 2020.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Ensino de Biologia: Histórias e Práticas em Diferentes Espaços Educativos.São Paulo: Cortez, 2009.

MARCONDES, F. K. et al. A puzzle used to teach the cardiac cycle. Advances in physiology education, Rockville, v. 39, n. 1, p. 27-31, 2015.

MARCONDES, M. E. R. As Ciências da Natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular Ensino de Ciências. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Atlas 2003.

MARPICA, N. S.; LOGAREZZI, A. J. M. Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. Ciências e Educação, Bauru – SP, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010.

MARQUES, H. R.; CAMPOS, A. C.; ANDRADE, D. M.; ZAMBALDE, A. L. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Sorocaba: Avaliação, Campinas, v. 26, n. 03, p. 718-741, 2021.

MÁRQUEZ, C.; BONIL, J.; PUJOL, R.M. Las preguntas mediadoras como recursos para favorecer la construcción de modelos científicos complejos. Enseñanza de las Ciencias, n. extra, p. 1-5, 2005.

MARTINS, G.(org.). METODOLOGIAS ATIVAS: Métodos e Práticas para o Século XXI. Editora IGM, Quirinópolis – GO, 2020.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G. PICCININI, C.; BUENO, T.; LENTO, C.; PEDRO, T. PAULO, N. Uma análise das imagens nos livros didáticos de ciências para o ensino fundamental. IV Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências. 2003.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G. Analisando aspectos da leitura de imagens em livros didáticos de Ciências por estudantes do Ensino Fundamental no Brasil. Enseñanza de las Ciências, Barcelona, número extra, 2005.

MARTINS, I., GOUVEA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. Cienc. Cult., v.57, n4, 2005.

MARTINSI, M. C. Situando o uso da mídia em contextos educacionais. 2008.

MASON, R. et al. Reading scientific images the iconography of evolution. Cape Town: HSRC Press, 2006.

MATEUS, A. N. B. *et al.* A importância da contação de história como prática educativa na educação infantil. Revista Pedagogia em Ação, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, 2013.

MAYER, R. E. Multimedia learning. Cambridge, Cambridge Universty Press, 2001.

MCLEAN, S. et al. Flipped classrooms and student learning: not just surface gains. Advances in physiology education, Rockville, v. 40, n. 1, p. 47-55, 2016.

MELLO, C. C. B.; ALVES, R. O.; LEMOS, S. M .A. Metodologias de ensino e formação na área da saúde: revisão de literatura. *Rev. CEFAC*, v.16, n. 6, p. 2015-2028, 2014.

MELO, J. B. de; KUPSKE, A.; HERMEL, E. de E. S. As imagens nos livros didáticos de Biologia celular do ensino superior. Ciências em Foco, v. 7, n. 1, p. 10-19, 2014.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. Paradidáticos. Verbete. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrasil. São Paulo: Midiamix, 2001.

MINISTÉRIO DA SÁUDE. Brasil, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em 04 jan. 2025.

MIRANDA, A.M.; RODRIGUES, D. F.; BARROS, M. D. M. de. Análise do conteúdo de Imunologia em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Trilhas Pedagógicas, Pirassununga, v. 12, n. 15, p. 184-205, 2022.

MIZUKAMI, M. G. N. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: E.P.U. 1986.

MONACO, L. M. Soros e Vacinas Butantan. 1.ed. São Paulo: Instituto Butantan, 2018.

MONTAGNANI, J. M.; MENEZES, C. R. S; PINGE-FILHO, P. Abordagem do alcoolismo e do sistema imunológico nos livros didáticos de ciências e fatores associados ao consumo de álcool por estudantes no colégio estadual "Barão do Rio Branco". 2009. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1817-8.pdf. Acesso em: 14 dez. 2024.

MONTEIRO, C. O. da S.; ARRUDA, S. G. B. de; NASCIMENTO, D. S. do; LIMA, E. C., de M.; SIMPLÍCIO, M. S.; SILVA, T. F. da. Alimentação inadequada e a ocorrência de doenças crônicas: uma proposta de sequência didática investigativa para o Ensino Médio. In: VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia, 2021, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, p. 4883-4887, 2021.

MORÁN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: Souza, C. A., & Torres-Morales, O. E. (orgs.). Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens. Ponta Grossa, PR: UEPG, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, C. S. D. R. Sequência didática: interatividade com tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) para o aprendizado dos conceitos de antígeno e anticorpo por meio do ensino dos grupos sanguíneos ABO e Rh. 2022, 152 f. Dissertação, (Mestrado em Ensino de Biologia) – Ensino de Biologia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2022.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro. 2001.

MORENO, L. A. O lúdico e a contação de histórias na educação infantil. Caderno de Pesquisas Interdisciplinares em Ciências Humanas, Florianópolis, v. 10, nº 97, p. 228-241, 2009.

MORGAN, H. et al. The flipped classroom for medical students. The Clinical Teacher, Oxford, v. 12, n. 3, p. 155-160, 2015.

MORRIS, H. Social scientific issues and multidisciplinary in school science textbooks. International Journal of Science Education, vol.6, p.1137. 2014.

MORTIMER. E. *et al.* Matéria, Energia e Vida: uma abordagem multidisciplinar. São Paulo, Editora Scipione, 2020.

MOTA, A. R.; ROSA, C. T. W. da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. Espaço Pedagógico. Passo Fundo, v. 25, n. 2, p.261-276, 2018.

MOTA, F. D. L.; ALMDEIDA, B. M. de; MENEZES, J. B. F. de. Ensino interdisciplinar em Biologia: ação do projeto Quifibiom. Join, Encontro Internacional de Jovens Investigadores, Edição Brasil, 2019.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B. Ensino de Biologia através da ilustração científica em uma escola do pantanal de mato grosso. Revista Conexão UEPG, v. 11, n. 3, p. 324-331, 2015.

MURPHY, K. ImunoBiologia de Janeway. 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

NAGAI, W. A.; IZEKI, C. A. Relato de experiência com metodologia ativa de aprendizagem em uma disciplina de programação básica com ingressantes dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica. Revista RETEC, 4, 1-10, 2013.

NASCIMENTO, J. M. T. S.; CAMPOS, F. L. A importância da utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de genética em escolas públicas no Municipio de Parnaíba – PI (Brasil). Revista Espacios, v. 39, n. 25, p. 30, 2018

NASCIMENTO, P. H. S; SOARES, L. C. Aprendizagem significativa: utilização de imagens em livros didáticos de Biologia. Revista Contemporânea de Educação, v.18, n, 41. 2023.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física. Ciência & Ensino, 2006.

NATALE, C. C.; PEREIRA, M. G.; MELLO, P. S.; MANZONI-DE-ALMEIDA, D. Tendências de pesquisas sobre o ensino de Imunologia no Brasil: uma análise de conteúdo dos resumos do Congresso da Sociedade Brasileira de Imunologia de 2010 a 2017. Perspectivas de la Comunicación, v. 12, p. 259-279, 2019.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia. nfor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

NOVACK, J. P. Designing Cases for Case-Based Immunology Teaching in Large Medical School Classes. Frontiers in Immunology, v. 11, 2020.

NUNES, Marcelo da Rocha; Votto, Ana Paula de Souza. A Etimologia como ferramenta para a aprendizagem significativa de Biologia. Revista Thema, v.15, p. 592-602, 2018.

NUNES, M. da R.; VOTTO, A. P. de S. A Etimologia como ferramenta para a aprendizagem significativa de Biologia. Revista Thema, v. 15, n. 2, p. 592-602, 2018.

OCCELI, M. & VALEIRA, N. Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. Enseñanza de las Ciencias, v. 31, n. 2, p.133. 2013.

OLIM, B. B. de. Imagens em livros didáticos de história das séries iniciais: uma análise comparativa e avaliadora. Outros Tempos, v. 7, n. 10, 2010.

OLIVEIRA, A. de. E-books e leitura digital: um estudo de caso. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biblioteconomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

OLIVEIRA, A. D. B. R. *et al.* O uso de livros paradidáticos em escolas públicas de Ensino Médio no município de Marechal Deodoro – AL. VII ENALIC – Educação e Resistência: A formação de professores em tempos de crise democrática. Fortaleza – CE, 2018.

OLIVEIRA, C. A Zoologia nas escolas: percursos do ensino de Zoologia em escolas da rede pública no munícipio de Aracaju/SE. 2017. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

OLIVEIRA, L. de. Covid-19: Sequências didáticas de Biologia para o Ensino Médio. 2022. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

OLIVEIRA, N. C.; AMADO, L. C. F. A.; CARNEIRO, F. S.; ARAÚJO, G. C. de. A contextualização como ferramenta didática na prática de ensino e formação de professores. Revista Foco, v. 17, n. 12, p. 1-14, 2024.

OLIVEIRA, N. M. F. de; COUTINHO, F. A. A influência das cores na identificação e interpretação de imagens no ensino de ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências, 7, 2009. Atas...Florianópolis: UFSC, 2009.

PAIVA, M. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R. QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: Revisão integrativa. SANARE, Sobral - v.15 (02), p.145-153, 2016.

PAIXÃO, G. C. et al. Paródias no ensino de microBiologia: a música como ferramenta pedagógica. RECIIS. v. 11, n. 1, p. 1 – 12, 2017.

PASSOS, L. A. A. C.; PECHLIYE, M. M. Jogando com as concepções: a aprendizagem, a Imunologia e o role-playing game (RPG). In: Atas da VII Jornada de Iniciação Científica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, SP, 2011.

PAULA-JÚNIOR, W.; LIMA-NETO, F. F.; FONSECA, V. L. M.; NASCIMENTO, R. C. R. M.; GRABER-GUIMARÃES, A. História em quadrinhos como ferramenta para o ensino e aprendizagem sobre o novo Coronavírus. Revista Unimontes Científica, 2021.

PEREIRA, J. C.; MONTE, L. R. S.; SOUTO, C. C.; MATOS, A. H.; RENOVATO, R. D.; SALES, C. de M. TEIXEIRA, L. de S. Metodologias Ativas e Aprendizagem Significativa: Processo Educativo no Ensino em Saúde. Ensino, Educação e Ciências Humanas, v.22, n.1, 2021.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão, SE, 2012.

PERIM, F. de C. R.; ARAÚJO, F. P. da S.; TRINDADE, M. C.; MONTEIRO, M. R. A.; FRAGOSO, N. da S. C.; BATISTA, R. G. M.; BENEVIDES, S. R.; CARVALHO, V. M.; OLIVEIRA, F. G. Pensamento crítico na sala de aula: capacitando alunos para o futuro em uma jornada educacional. Curitiba, Revista Foco, v.16. n.11, p.01-21, 2023.

PERLINGEIRO, R. V. ; GALIETA, T. Até que ponto o letramento científico é possível em turmas com dificuldades na língua materna? Limitações e contribuições da leitura e da escrita em aulas de ciências. Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBENBio), v. 9, p. 3931-3941, 2016.

PEROVANO, A. P.; AMARAL, R. B. Livro didático como recurso pedagógico: conceito, função, escolha e uso. Revista Binacional Brasil Argentina: diálogo entre as ciências. Vit. da Conquista, Bahia, Brasil / Santa Fe, Santa Fe, Argentina, v. 12, n. 2, p. 16-32, 2023.

PESSOA, R. R. O Livro didático na perspectiva da formação de professores. Trabalho de Linguística Aplicada. Campinas. p. 53-69, 2009.

PINTO, A. S. da S. et al. Inovação didática - projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peerinstruction”. Janus, Lorena, v. 9, n. 15, p. 75-87, 2012.

PIO, W. S. de S.; ALVES, J. M. de S. Recursos e Ferramentas Didáticas para o Ensino de Imunologia. Journal of Biochemistry Education, v. 22, n. 1, 2024.

PIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de Matemática: análise de uma atividade para o estudo de Geometria Esférica. Revemat,Florianópolis, v. 9, nº 1, p. 43-57, 2014.

PONTES, G.; ROCHA, W.; AFONSO, R. A Immune: Um Serious Game Como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem.In Anais da Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas E Sergipe (ERBASE).; 26 de Outubro de 2020., Arapiraca, AL. SociedadeBrasileira de Computação, p. 282-290, 2020.

PORTAL DO BUTANTAN. São Paulo, 2025. Disponível em: https://butantan.gov.br/. Acesso em 04 jan. 2025.

POZO, J. I.; CRESPO, G. M. .A. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. (2013). Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale.

RAMOS, F. B; PANOZZO, N. S. P. O papel da ilustração na leitura infantil. In: ZINANI, Cecil J. A. e SANTOS, Salete R. P. (Orgs.) Multiplicidade dos signos: diálogos com a literatura infantil. Caxias do Sul, RS: EDUCS, p. 15-32, 2004.

RAMOS, M. N. A contextualização no currículo de Ensino Médio: a necessidade da crítica na construção do saber científico. Rev. Ensino Médio, v. 1, n. 3, p. 9-12, 2003.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. da C. O ensino de Ciências e a experimentação. 2012.

REIS, E. S. B.; FAÊDA, K. C. M. Situações-problema e contextualização de exercícios nos livros do PNLD 2021. IX ENALIC, Encontro Nacional das Licenciaturas, 2023.

ROCHA, J. de F.; VIANA, L. de C.; MOTA, E. F. Uso de animações para o ensino inclusivo de Imunologia: uma experiência docente. Revista de Iniciação à Docência, v.6, n.2, 2021.

RODRIGUES, A. G. Análise do tema vacinação nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD 2018, 2018. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/198176. Acesso em: 14 dez. 2024.

RODRIGUES, C. P. F. Imunologia básica: uma revisão aplicada a estudantes. Teófilo Otoni: Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, 2022.

RODRIGUES, N. C. dos S.; COSTA, M. S. S. P. da; CHAGAS, J. F. B.; SANTOS, L. O. S.; GIAROLO, K. A. *Game of bios:* um manual de rpg para o ensino de Ciências e Biologia. Conedu – VIII Congresso Nacional de Educação, 2022.

RODRIGUES, V. S.; VELOSO, P. H. F.; BARBOSA, J. P. da S.; PAULA-JÚNIOR, W.; ANDRADE, M. C. Produção de material didático inovador como Estratégia de letramento em saúde aplicável ao Ensino de Imunologia. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 13, n. 1., p. 10-26, 2023.

ROITMAN, I. Educação científica – quanto mais cedo melhor. Ed. RITLA, 2012.

ROMAN, C.; ELLWANGER, J.; BECKER, G. C.; SILVEIRA, A. D. da.; MACHADO, C. L. B.; MANFROI W. C. Metodologias ativas de ensino-aprendizageM no processo de ensino Em saúde no Brasil: uma revisão narrativa. Clin. Biomed. Res., v.37, n.4, 2017.

SÁ, R. G. B. de; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A.; LOPES. F. M. B. Conceitos abstratos: um estudo no ensino da Biologia. Revista da SBEnBio – n. 03, 2010.

SALZANO, Josefa Tapia. Análise de um livro didático em língua portuguesa. Revista Integração. ano X, nº 42, p. 285-293, Jul./Ago./Set., 2004.

SAMPAIO, I. M.; BARBOZA, D. M.; PALÁCIO, M. A. V.; TAKENAMI, I. Uso de uma sequência didática para introduzir o aprendizado da Imunologia básica em escolares da rede pública: um relato de experiência. Revista de Extensão da UNIVASF, Petrolina, v. 8, n. 2, p. 243-255, 2020.

SANT'ANNA, G. C. C.; AOYAMA, E. M. Kits Didáticos: O Que os Alunos Pensam Sobre este Recurso?. Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477, 9(3), 237-251, 2019.

SANTOS, A. L. C. dos;. SILVA, F. V. C. da; SANTOS, L. G. T. dos; FEITOSA, A. A. F. M. A. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de Biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n.4, p.21959- 21973 abril. 2020.

SANTOS, D. B. dos; ALVES, A. R. L. Realização de aulas dinâmicas de Imunologia no Ensino Médio – um relato de experiência. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 24, n. 24, 2024.

SANTOS, D. M. Livro didático: erros e uso. Brasília: UNICEUB. 2010.

SANTOS, E. da S.; SILVA, C. H. da. Registro de classe on-line e os impactos na prática do docente: uma análise a partir de preceptores do programa residência pedagógica geografia. GeoPUC, Rio de Janeiro, v. 16, 2024.

SANTOS, J. de A.; NÓBREGA, D. O da.; OLIVEIRA, I. T. de. Ensino de Ciências no contexto da BNCC: um olhar a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa ausubeliana. RevistaCocar. v.17, n.35. p. 1-19, 2022.

SANTOS, J. F. dos. Alfabetização científica em um contexto de pandemia: a abordagem do Sistema imunológico no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, p.40. 2021.

SANTOS, J. F. M. dos; LANDIM, M.F. A abordagem do Sistema Imunológico na Educação Básica: um estado da arte. REnCiMa, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 1-21, 2022.

SANTOS, V. A.; MARTINS, L. A Importância Do Livro Didático. Candombá – Revista Virtual, v. 7, n. 1, p. 20-33, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.22, 2020.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.1, n. especial, p. 49-67, 2015.

SBI. Imunologia Básica: uma introdução para quem quer entender os conceitos básicos de Imunologia. Sociedade Brasileira de Imunologia, 2022. Disponível em: https://sbi.org.br/wp-content/uploads/2022/10/Ebook-SBI-Imunologia-Basica.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.

SEGURA, E..; KALHIL, J. B. A Metodologia Ativa como proposta para o Ensino de Ciências. Revista REAMEC, Cuiabá, n. 3, p. 87-98, 2015.

SELLES, S. L. E.; OLIVEIRA, A. C. P. de. Ameaças à Disciplina Escolar Biologia no "Novo" Ensino Médio (NEM): Atravessamentos Entre BNCC e BNC-Formação. RBPEC, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 22, p. 1–34, 2022.

SENA, O. Mazelas do Livro Didático. Manaus: Valer, 2016.

SILVA, B. G.; PIRES, M. D.; MANZKE, V. H. B. História da Ciência nos Livros Didáticos de Física. Revista Thema, v.15, n. 1, p. 34-43, 2018.

SILVA, D.; BORGES, J. Base Nacional Comum Curricular e competências infocomunicacionais: uma análise de correlação. São Paulo: Intercom – RBCC, v. 43, n. 3, p.99-114, 2020.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFS. 2005.

SILVA, K. A. da; SANTOS, R. D. dos; ANTERO, K. F. Uma análise crítica do histórico do programa nacional do livro didático – PNLD. IV CONAPESC – Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. 2019.

SILVA, B. N. *et al.* Imunologia nas escolas: experiências de um projeto de extensão. Revista Brasileira de Extensão Universitária, v. 9, n. 2, p. 93-98, 2018.

SILVA, D. L. B. da; MALHEIRO, J. M.; SILVA, C. E. da S. Ensino por investigação como promotor da aprendizagem sobre a formação dos solos. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática.Cuiabá, v. 12, 2024.

SILVA, L. G. M. S.; CECON; R. S. C.; SILVA; V.S.; PALÁCIO; M. A. V.; TAKENAMI; I. Adaptação do dominó clássico como ferramenta de aprendizagem dos aspectos imunológicos da asma: Relato de experiência na educação médica. Brazilian Journal of Education, Technology and Society -BRAJETS, v. 14, n. 3, p. 384-390, 2021.

SILVA, M.A. A fetichização do livro didático no Brasil. Educ. Real., Porto Alegre, v. 37, n. 3, p. 803-821, 2012.

SILVA, M. A. F; SOARES, I. R; ALVES, F. C; SANTOS, M. N. B. Utilização de Recursos Didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina no Piauí. In: VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

SILVA, R. R. da. Abordagem de conteúdos de Imunologia em livros didáticos do Ensino Médio. 2022.

SILVA. T. L. G. da; MEIRELLES, R. M. S. de. (orgs). Estratégias didáticas para o ensino de Imunologia na escola. Rio de Janeiro, Cap-UERJ, FIOCRUZ, 2022.

SILVA, H. F. D. da; BARATA, D.; SOUZA, M. A. A. da. Entendendo o funcionamento do sistema imune. Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino, n.13, 2022.

SILVA, R. M. A. da; SILVA, T. L. G. da. Sequência didática investigativa utilizando fake news para o ensino de Imunologia de forma remota. ReDoC – Revista Docência e Cibercultura, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 237, 2023.

SOARES, D. G.; GEGLIO, P. C. Imagens em livros didáticos: analisando artigos em revistas do ensino de ciências. VII Conedu – Congresso Nacional de Educação, 2020.

SOARES, M. Livro didático: contra ou a favor?. Nós da escola, v.1, 2003.

SOBRAL, A. C. M. B.; TEIXEIRA, F. M. Conhecimentos prévios: investigando como são utilizados pelos professores de Ciências das séries iniciais do Ensino Fundamental. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - Enpec. Florianópolis, 2007.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia-MG. Disponível em: https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf. Acesso em 22 fev. 2025.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. A significação do problema didático a partir de Potenciais Problemas Significadores: análise de uma aula investigativa. Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 3, p. 569-587, 2019.

SOUZA; A. F.; MENEZES, B. dos S.; CHERMONT; D.; MARTINEZ; P. H. P. de S. L. Macrophage: um jogo sério para o ensino de Imunologia. *In: E-book* VIII ENEBIO, VIII EREBIO-NE E II SCEB. 2021.

SOUZA, R. de; SANTOS, Y. de S.; MELO, A. B. de M. O novo Ensino Médio e suas implicações nos conteúdos de zoologia presentes nos livros didáticos de Biologia. Conedu – IX Congresso Nacional de Educação, 2023.

SOUZA, R. F. de. Alicerces da Pátria: história da escola primária no estado de São Paulo (1890-1976). Campinas, SP: Mercado de Letras, 2009.

SOUZA, S. G.; CARMO, J. A. do.Educação Ambiental e a realidade local: o uso de cartilha no processo de ensino-aprendizagem. Revista Equador, v.9, n.1., 2020.

SOUZA, C. L. L. de; LIMA, F. B.; FONSECA, J. N.; CAMPELO, J. N.; LIMA, W. C.; PEREIRA, K. S. S.; REGO, U. A do. A potencialidade dos recursos didáticos alternativos no aprimoramento do ensino e aprendizagem de ciências naturais. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v.17, n.7, p. 01-26, 2024

SOUZA, R. J.; GIROTTO, C. G. G. S.; SILVA, J. R. M. Educação literária e formação de leitores: da leitura em si para leitura para si. Ensino Em Re-Vista, Uberlândia, v. 19, nº 1, jan./jun. 2012.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana De Pedagogia da UEM: “Infância e Praticas Educativas”, Anais... Maringá: UEM, 2007.

SUCCI, C. de M.; WICKBOLD, D.; SUCCI, R.C.de M. A vacinação no conteúdo de livros escolares .Revista da Associação Médica Brasileira, v. 51, n. 2, p. 75-79, 2005.

TEODORO, N. C.; CAMPOS, L. M. L. O Professor de Biologia e Dificuldades com os Conteúdos de Ensino. Revista da SBEnBio- n. 9, 2016.

TAGLIANI, D. C. O livro didático como instrumento mediador no processo de ensino aprendizagem de língua portuguesa: a produção de textos. RBLA, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 135-148, 2011.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 97-114, 2015.

URIAS, G. M. P. C.; AZEREDO, L. A. S. Metodologias ativas nas aulas de Administração Financeira: alternativa ao método tradicional de ensino para o despertar da motivação intrínseca e o desenvolvimento da autonomia. Administração: Ensino e Pesquisa, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 39-67, jan. 2017.

VANDERLEI, L. C. A.; SILVA, J. N. de F.; JÚNIOR, M. F. R.; VIGÁARIO, A. F.; MACHADO, G. A. Proposta de recurso didático para o ensino de Imunologia a alunos com deficiência visual. *In*: Prata, E. G. (org). Biologia: Desafios, Habilidades e Competências no Ensino de Biologia. Guarujá – SP, Científica Digital, 2020, p. 156-168.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. Ciênc. educ.(Bauru), Bauru , v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VAZ, L. M. de C.; AFFONSO, P. Análise Comparativa de Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio com Ênfase nas Estruturas Reprodutivas das Angiospermas. nsino, Educação e Ciências Humanas, v.25, n.1, 2024.

VAZ N. M., MPODOZIS, J., BOTELHO J. F.; RAMOS, G. Onde está o organismo?. Florianópolis: Editora UFSC, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Disponível em https://www.who.int/pt/about. Acesso em 04 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Painel do Coronavírus da OMS (COVID-19). Disponível em: < https://covid19.who.int/>. Acesso em 08 de set. de 2023.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. de S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) Biologia e a genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. Ciência e Educação, Bauru – SP, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

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

ZYTKUEWISZ, M. A. B.; BEGO, A. M. O que é o Ensino por Investigação, afinal? Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ, v. 7, 2023.

APÊNDICE A – LINK DE ACESSO AO RECURSO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO

https://drive.google.com/file/d/1dEmK0G073BSdvL8BEM9eVm-6cs60ab4n/view?usp=drive_link

APÊNDICE B – *E-BOOK* (RECURSO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO)

Este material foi desenvolvido como parte do recurso educacional do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O objetivo é oferecer um recurso pedagógico para apoiar estudantes e professores no aprofundamento dos estudos sobre soros e vacinas.

Curitiba, 2025

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

CC BY NC ND

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAPES

PROFBIO
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Prefácio

Nos últimos anos, impulsionada pela pandemia de COVID-19, a imunologia ganhou destaque mundial. Vacinas e tratamentos estiveram no centro das atenções, reforçando como a ciência é essencial para salvar vidas. Porém, o movimento antivacina, junto com as *fake news*, espalhou dúvidas e desinformação, ameaçando comprometer avanços cruciais para a saúde pública.

Você já pensou na diferença entre um soro e uma vacina? Embora tenham funções distintas no organismo, muitas pessoas os confundem. Isso ocorre, muitas vezes, porque os conceitos são abordados de forma rápida ou difícil de entender, o que acaba deixando o tema distante da realidade dos estudantes. Para aprender de verdade, é fundamental conectar o conhecimento ao nosso cotidiano.

Tendo em vista a relevância do tema, este *e-book* foi elaborado para auxiliar professores e estudantes do ensino médio na compreensão dos conceitos de soros e vacinas de maneira clara, envolvente e conectada ao cotidiano. O material apresenta explicações objetivas, atividades práticas e exemplos do dia a dia, tornando o aprendizado mais acessível e estimulante.

Mais do que entender o funcionamento do sistema imunológico, este *e-book* é um convite para compreender a ciência como uma ferramenta poderosa no combate às *fake news*, na tomada de decisões conscientes e na construção de um futuro mais saudável para todos. Afinal, aprender sobre imunologia vai muito além da sala de aula: é uma forma de cuidar de si, da comunidade e até do planeta. Prepare-se para mergulhar nesse universo fascinante e descobrir como ciência e saúde andam juntas no nosso cotidiano!

Salvo especificação diferente, as imagens presentes neste *e-book* foram obtidas na plataforma Canva, respeitando suas licenças de uso.

Sumário

Capítulo I - Imunologia descomplicada: o básico para compreender suas defesas 01
Imunologia 02
Sistema imunológico 04
Componentes do sistema imune 05
Anticorpos e antígenos 07
Imunidade inata e adaptativa 09
Saiba mais 12
Outras sugestões 14

Capítulo II - Vacinas: imunização na dose certa 16
História da vacina 18
Composição das vacinas 20
Como as vacinas funcionam 22
Vacinação: alguns dados: 25
Programa Nacional de vacinação (PNI) 28
Tipos de vacina 30
Vacinas de terceira geração 33
Produção de vacinas no Brasil 37
Imunidade coletiva ou de rebanho 38
Movimentos contrários à vacinação 39
Saiba mais 45
Outras sugestões 48

Capítulo III - Soros: ação imediata, mas temporária 50
De onde vem os anticorpos presentes no soro? 54
Produção de soros hiperimunes 55
Soros: alguns exemplos 58
O soro serve como prevenção ou como tratamento de doenças? 61
A história do soro 63
Vital Brazil e o legado dos soros no Brasil 65
Onde eu consigo o soro para picada de animais peçonhentos 67
Saiba mais 68
Outras sugestões 72

Capítulo IV - Na linha de defesa: Soros e Vacinas em contexto 73
Vacinas e Soros: uma comparação dos imunobiológicos 76
Imunobiológicos na prática 77
Raiva 77
Hepatite B 82
Tétano 86
COVID-19 89
Imunoglobulina anti-D: soro ou vacina? 93
Saiba mais 98
Outras sugestões 101

Capítulo V - Além dos boatos: é *Fake* ou é Fato? 103
Fake news imunológicas 106
Muito além de "mentirinhas" 119
Saiba mais 122
Outras sugestões 123

Capítulo VI - Estratégias interativas para aprender imunologia 124

Criando uma nuvem de palavras sobre imunologia 126

Glossário ilustrado de imunologia 127

Jogo da memória imunológico 129

Seminários imunológicos 131

Situações problemas de imunologia 132

Júri simulado: Vacinação, direito individual ou dever coletivo? 135

O que tem na vacina? 137

Vacinação: ferramenta de saúde individual e coletiva 139

Imunidade de rebanho 141

Estudo de caso: soro 145

Soro: simulação visual de neutralização de antígenos com Indicadores de pH 148

Animação Imunológica 151

Soro ou Vacina? A Grande Decisão da Imunização! 152

Vacinação e os ODS: Conectando Saúde e Sustentabilidade 155

É *fake* ou é fato? 156

Portfólio - Soros e Vacinas 157

Capítulo VII - Desafios Imunológicos: Testando seus conhecimentos 158

Exercícios referentes ao capítulo I 163

Exercícios referentes ao capítulo II 160

Exercícios referentes ao capítulo III 169

Exercícios referentes ao capítulo IV 173

Gabarito dos exercícios 179

Capítulo 1
Imunologia Descomplicada:
o básico para compreender
suas defesas

Imunologia Descomplicada: o básico para compreender suas defesas

Para início de conversa...

Se temos trilhões de micro-organismos vivendo em harmonia no nosso intestino, como o sistema imunológico sabe diferenciar esses aliados das verdadeiras ameaças ao corpo?

Crie suas hipóteses para responder a essa pergunta! No final do capítulo, voltamos a ela e te ajudamos a encontrar a resposta!

Para começar a responder essa pergunta, é provável que você tenha pensado no funcionamento e nos componentes do sistema imunológico. Vamos esclarecer alguns desses pontos!

Imunologia

Sugestão de atividade 1 (ver página 126)

Sugestão de atividade 2 (ver página 127)

A imunologia é a ciência que estuda as defesas naturais do corpo contra agentes infecciosos e substâncias prejudiciais, além de investigar como ele preserva seu equilíbrio interno. Desde a formação do feto até a vida adulta, o sistema imune desempenha um papel fundamental, interagindo com a **microbiota** do próprio organismo, além dos nutrientes e de outras estruturas corporais.

Microbiota:
Conjunto de microrganismos — como bactérias, vírus, fungos e protozoários — que habitam um ambiente,

Embora práticas como a variolação já fossem conhecidas na antiguidade, a imunologia moderna teve início no século XVIII, quando o médico Edward Jenner demonstrou que a inoculação com o vírus da varíola bovina protegia contra a varíola humana, dando origem ao termo "vacinação".

Ficou curioso sobre a história de Edward Jenner e a vacina? Calma, vamos abordar melhor esse assunto no capítulo II.

Pintura retratando Edward Jenner.
Fonte: Wellcome Images/Wikimedia Commons.

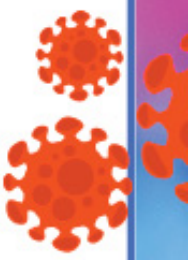
A descoberta de Jenner foi revolucionária e levou, tempos depois, à erradicação global da varíola, um marco na história da saúde pública. Atualmente, a imunologia busca responder questões essenciais sobre como o corpo combate doenças, desenvolve imunidade duradoura e se recupera, tornando-se uma área indispensável para entender as complexas interações entre os seres vivos e o ambiente.

Você sabia?

Originária do latim *immunitas*, a palavra imunidade era usada na Roma Antiga para descrever a proteção legal concedida aos senadores. Com o tempo, seu significado evoluiu para representar a capacidade do organismo de se defender contra doenças, especialmente infecciosas. Essa proteção é realizada pelo sistema imunológico, um complexo conjunto de células e moléculas que atua de forma coordenada para identificar e combater agentes invasores, em um processo conhecido como resposta imunológica.

Sistema Imunológico

O sistema imunológico é fundamental para proteger o organismo contra substâncias estranhas e microrganismos prejudiciais. Além disso, ele forma células de memória, que possibilitam respostas mais rápidas e eficazes em futuras exposições aos mesmos agentes.



Em conjunto com os sistemas nervoso e endócrino, atua para preservar a **homeostase**, garantindo o equilíbrio do organismo e o funcionamento harmonioso de seus sistemas.

Além disso, desempenha um papel fundamental ao regular respostas imunológicas, evitando reações inadequadas aos alimentos que consumimos, às bactérias benéficas da microbiota e aos próprios tecidos do organismo.

Sistema imune: principais funções

Reconhecimento imune
Identificar substâncias estranhas ou microrganismos invasores.

Controle e eliminação da infecção
Combater, controlar e eliminar infecções.

Regulação imune
Ajustar a resposta do sistema imunológico para evitar reações excessivas ou inadequadas.

Memória imune
Criar células que ajudam o corpo a responder mais rapidamente se o mesmo agente invadir novamente.

Homeostase: capacidade dos organismos de manterem seu meio interno em certa estabilidade.

Infográfico das principais funções do sistema imune

4

Mas quais são os componentes do sistema imune?

O sistema imunológico é formado pelos leucócitos, também chamados de glóbulos brancos, e por órgãos especializados na sua produção, maturação e multiplicação, como a medula óssea, o baço, o timo e os linfonodos.

Sistema imunológico: principais órgãos. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia
Fonte: Planeta Biologia

Os linfonodos, integrantes dos sistemas linfático e imune, conectam os vasos linfáticos e filtram a linfa, removendo vírus, bactérias e outros corpos estranhos. Durante infecções, a proliferação de leucócitos pode causar o inchaço dos linfonodos, formando as ínguas.

O baço remove células sanguíneas e plaquetas desgastadas ou defeituosas da circulação, com o auxílio de **macrófagos**.

Macrófago: célula derivada do monócito, um tipo de leucócito. É especializado em fagocitar partículas.

O timo, situado abaixo do esterno, sobre o coração, é responsável pela maturação dos linfócitos T, glóbulos brancos originados na medula óssea que migram para o órgão para completar seu desenvolvimento.

A medula óssea, localizada no interior de ossos longos, produz células sanguíneas (glóbulos brancos e vermelhos) e plaquetas. Nela ocorre a maturação dos linfócitos B.

Você sabia?

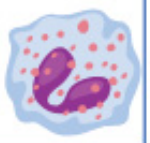
A medula óssea, popularmente chamada de "tutano", é um tecido localizado no interior de alguns ossos e abriga células-tronco hematopoiéticas, responsáveis pela hematopoiese. Esse processo, que consiste na produção e renovação dos componentes do sangue, gera os leucócitos, fundamentais para a defesa do organismo; os eritrócitos, encarregados do transporte de gases; e as plaquetas, fragmentos celulares essenciais para a coagulação.

Glóbulos brancos (leucócitos)

As células do sistema imune estão espalhadas por todo o corpo. Elas podem circular no sangue e na linfa, se agrupar em órgãos específicos ou estar dispersas nos tecidos. Essa organização e a capacidade de se moverem entre sangue, linfa e tecidos são muito importantes para que o corpo consiga reagir a ameaças de forma eficiente. Em um adulto saudável, há cerca de 5.000 a 10.000 leucócitos por milímetro cúbico de sangue.

Os leucócitos são classificados em dois tipos principais: granulócitos, que possuem grânulos em seu citoplasma, e agranulócitos, que não apresentam esses grânulos.

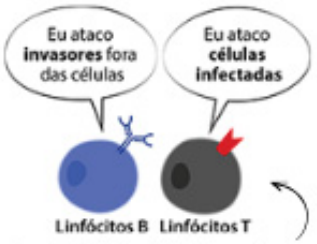
Leucócitos

Granulócitos			Agranulócitos	
				
Eosinófilo	Basófilo	Neutrófilo	Linfócito	Monócito
Associado à infecções parasitárias (vermes) e alergias.	Relacionado à alergias e inflamações prolongadas.	Relacionado à infecções bacterianas.	Associados à produção de anticorpos, destruição de células infectadas e memória imunológica.	Associados a processos inflamatórios. Diferenciam-se em macrófagos.

Tipos de leucócitos e suas funções. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

Linfócitos B e T

Os linfócitos são produzidos na medula óssea, mas amadurecem em lugares diferentes. Os linfócitos T amadurecem no timo e depois vão para a circulação. Já os linfócitos B ficam na medula óssea até estarem maduros.



Funções dos linfócitos B e T. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: https://askabiologist.asu.edu/linfocitos-b

Quando entram em contato com um antígeno pela primeira vez, as células B e T se multiplicam para combater o invasor. As células B produzem anticorpos, enquanto as células T se transformam em linfócitos citotóxicos, que destroem células infectadas, e em células auxiliares, que coordenam e melhoram a resposta imune. Algumas dessas células se tornam células de memória, garantindo uma resposta mais rápida e eficaz em futuros encontros com o mesmo antígeno.

Virou notícia!

Cientistas descobrem anticorpo que protege contra todas variantes da Covid-19

Descoberta liderada pela Universidade do Texas pode ajudar no desenvolvimento de novas vacinas e tratamentos para a doença

Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/saude/cientistas-descobrem-anticorpo-que-protege-contra-todas-variantes-da-covid-19/ (acesso em 21/11/24)

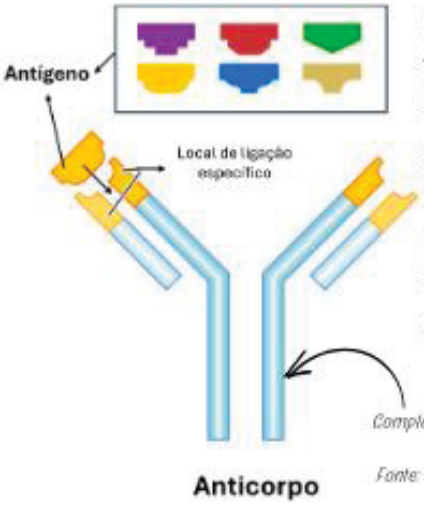
A notícia é excelente, mas o que é um anticorpo? Você provavelmente já ouviu essa palavra muitas vezes, mas já se perguntou o que ela realmente significa?

Anticorpos e antígenos

Os anticorpos, também chamados de imunoglobulinas (Ig), são proteínas produzidas pelos linfócitos B que se ligam especificamente a antígenos. Um antígeno é qualquer molécula que reage de forma específica com um anticorpo, desencadeando uma resposta imunológica.

Anticorpo e antígeno. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

Os antígenos são substâncias capazes de ativar uma resposta do sistema imunológico, comumente moléculas presentes em vírus, bactérias, protozoários e até agentes inofensivos, como grãos de pólen.



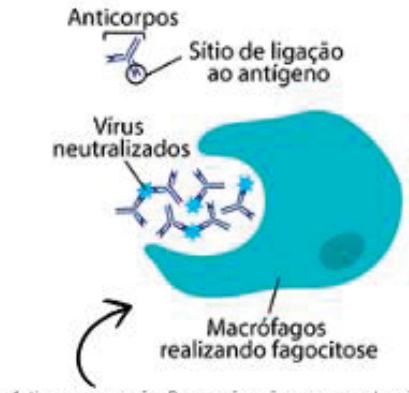
Cada antígeno é reconhecido de forma específica por um anticorpo. Os anticorpos se ligam aos antígenos formando um complexo antígeno-anticorpo, que neutraliza ou marca o antígeno para eliminação pelo sistema imunológico.

Complexo antígeno-anticorpo. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/250/

Na notícia apresentada, cada variante da Covid-19 contém vírus com antígenos distintos. Esses antígenos, localizados na superfície do vírus, influenciam a forma como o sistema imunológico os reconhece e responde.

Mas como os anticorpos combatem os antígenos?

A opsonização é o processo em que os anticorpos se ligam aos patógenos, marcando-os para que células, como os macrófagos, os reconheçam e destruam. Essa ligação torna os patógenos mais "visíveis" para as células de defesa, que então os fagocitam e digerem, ajudando a eliminar a infecção. Esse processo é essencial para a resposta imunológica, pois facilita a remoção dos invasores do corpo.



Anticorpos em ação. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: https://askabiologist.asu.edu/linfocitos-b

Imunidade inata e adaptativa

A imunidade é dividida em duas categorias: inata e adaptativa. A imunidade inata, que é a primeira linha de defesa, responde rapidamente a diversos patógenos e não se aprimora com a exposição repetida ao mesmo agente. Células como macrófagos e neutrófilos desempenham papel central nessa resposta.

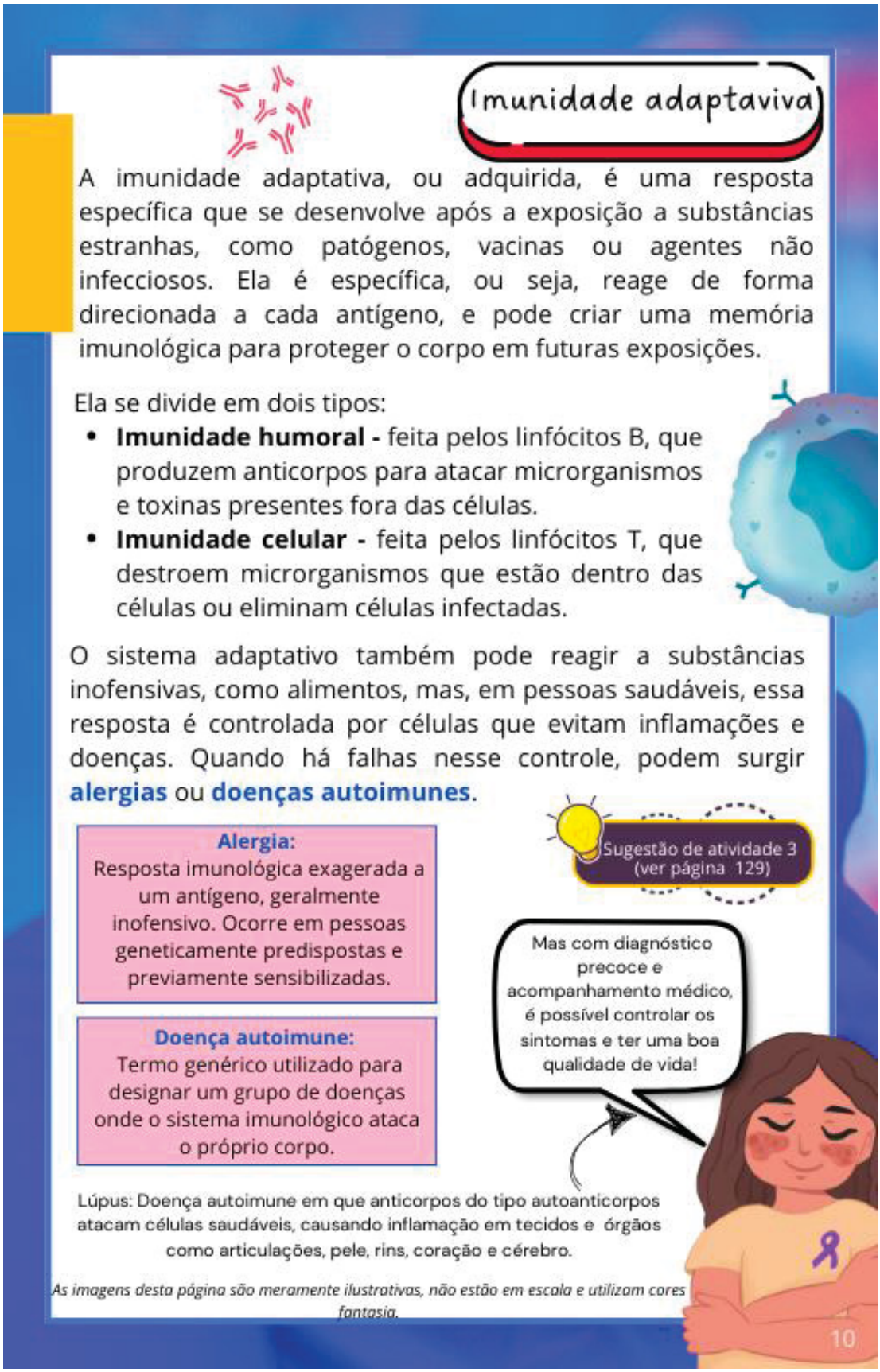
Já a imunidade adaptativa, que envolve linfócitos T e B, é mais lenta, mas se torna mais eficiente a cada nova exposição ao mesmo patógeno.

Imunidade inata

A imunidade inata é a defesa do organismo presente desde o nascimento e inclui barreiras naturais, como pele e mucosas, e agentes internos, como as células fagocíticas. Seus principais componentes são:

- **Barreiras físicas e mecânicas** → Pele, mucosas, muco e lágrimas (impedem a entrada de patógenos).
- **Barreiras fisiológicas** → Febre, acidez estomacal e vaginal (inibem o crescimento de microrganismos)
- **Componentes celulares** → Neutrófilos e macrófagos (englobam e eliminam agentes invasores)
- **Inflamação** → Processo de resposta celular para reparar ou eliminar patógenos.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.


Imunidade adaptaviva
A imunidade adaptativa, ou adquirida, é uma resposta específica que se desenvolve após a exposição a substâncias estranhas, como patógenos, vacinas ou agentes não infecciosos. Ela é específica, ou seja, reage de forma direcionada a cada antígeno, e pode criar uma memória imunológica para proteger o corpo em futuras exposições.
Ela se divide em dois tipos:
• Imunidade humoral - feita pelos linfócitos B, que produzem anticorpos para atacar microrganismos e toxinas presentes fora das células.
• Imunidade celular - feita pelos linfócitos T, que destroem microrganismos que estão dentro das células ou eliminam células infectadas.
O sistema adaptativo também pode reagir a substâncias inofensivas, como alimentos, mas, em pessoas saudáveis, essa resposta é controlada por células que evitam inflamações e doenças. Quando há falhas nesse controle, podem surgir alergias ou doenças autoimunes.
Alergia:
Resposta imunológica exagerada a um antígeno, geralmente inofensivo. Ocorre em pessoas geneticamente predispostas e previamente sensibilizadas.
Doença autoimune:
Termo genérico utilizado para designar um grupo de doenças onde o sistema imunológico ataca o próprio corpo.
Sugestão de atividade 3 (ver página 129)
Mas com diagnóstico precoce e acompanhamento médico, é possível controlar os sintomas e ter uma boa qualidade de vida!
Lúpus: Doença autoimune em que anticorpos do tipo autoanticorpos atacam células saudáveis, causando inflamação em tecidos e órgãos como articulações, pele, rins, coração e cérebro.
As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.
10

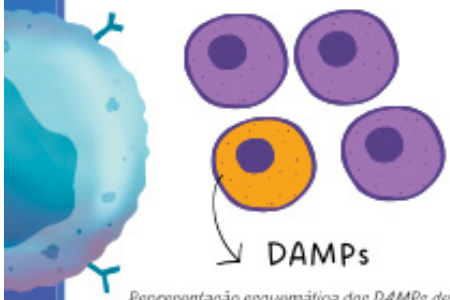
Agora que você conheceu um pouco mais sobre o sistema imunológico, podemos voltar à pergunta do início do capítulo:

"Se temos trilhões de micro-organismos vivendo em harmonia no nosso intestino, como o sistema imunológico sabe diferenciar esses aliados das verdadeiras ameaças ao corpo?"

O sistema imunológico identifica aliados e ameaças observando os sinais que eles deixam no corpo. Esses sinais são padrões moleculares, conhecidos como PAMPs e DAMPs.

- Os PAMPs (Padrões Moleculares Associados a Patógenos) são moléculas características de vírus, bactérias e outros micro-organismos nocivos ao organismo, que alertam o sistema imunológico sobre a presença de invasores.

Representação esquemática dos PAMPs. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.



Representação esquemática dos DAMPs de uma célula danificada. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

- Já os DAMPs (Padrões Moleculares Associados a Danos) são sinais liberados por células do próprio corpo quando estão danificadas, avisando o sistema imunológico sobre possíveis lesões ou perigos internos.

A microbiota e os alimentos não causam danos ao corpo e enviam sinais de que são benéficos. Durante a infância, o sistema imunológico aprende a reconhecê-los como aliados, reagindo apenas a substâncias que provocam inflamação, garantindo assim o equilíbrio entre defesa e harmonia com os micro-organismos que ajudam a manter a saúde.

Saiba mais

Medula óssea e Leucemia

Campanha de doação de medula óssea da prefeitura de Teixeira de Freitas, Bahia, de julho de 2022.

Você já pensou em doar sangue? E em ser doador de medula óssea?

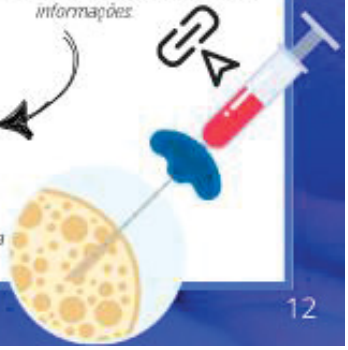
Ser um doador pode salvar vidas! A leucemia, um tipo de câncer que afeta os glóbulos brancos (responsáveis pela defesa do organismo), pode ser tratada com o transplante de medula óssea.

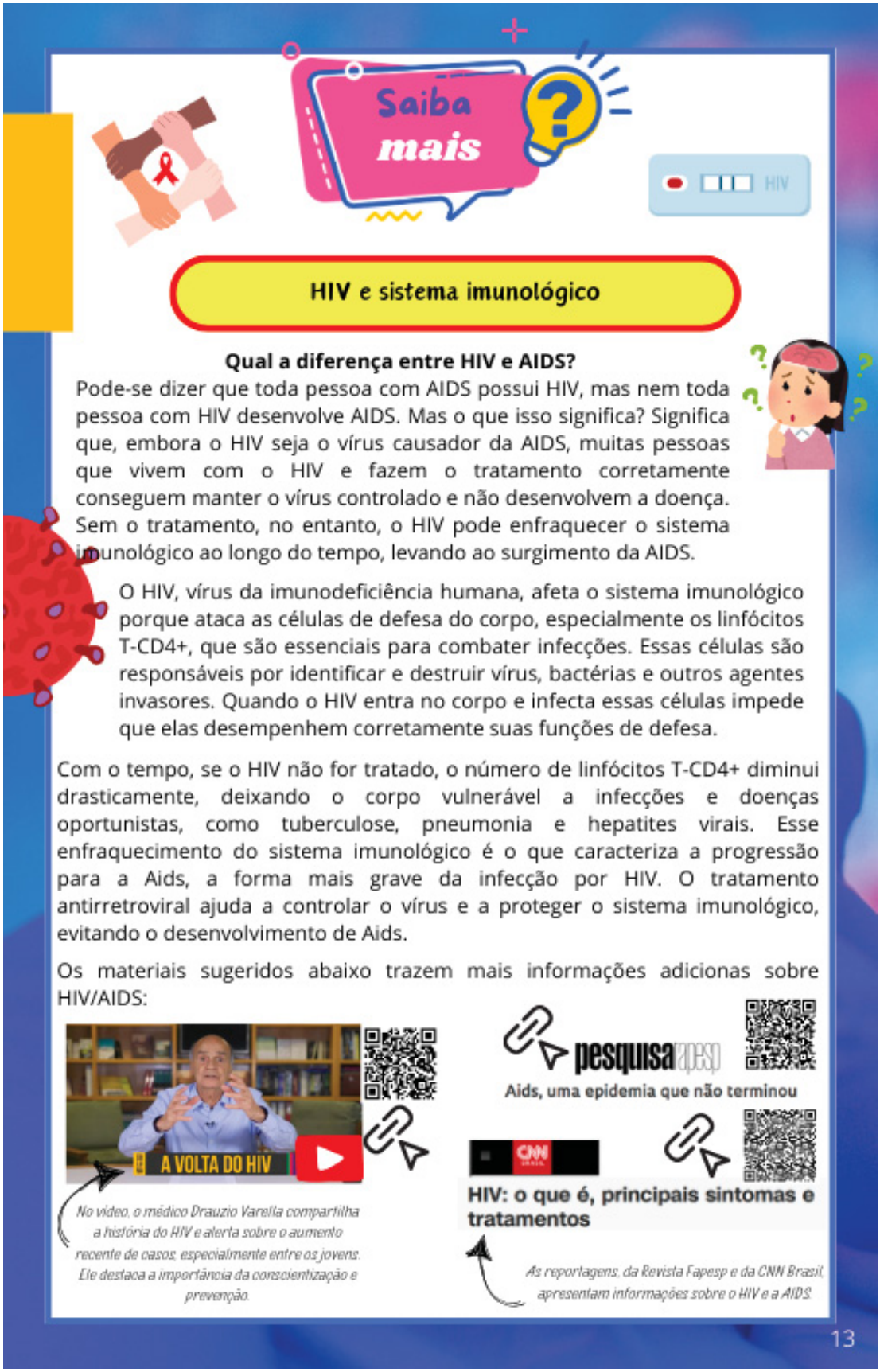
Na leucemia, a medula óssea produz glóbulos brancos imaturos e anormais em excesso. Essas células doentes não funcionam corretamente, acumulam-se no organismo e substituem as células saudáveis. Isso prejudica a produção de hemácias, causando anemia, e de plaquetas, aumentando o risco de hemorragias. Outros sintomas que ocorrem nas leucemias podem ser febre, cansaço entre outros.

Ao doar sangue ou se cadastrar como doador de medula óssea, você pode oferecer uma chance de cura a quem enfrenta essa doença. Doe e faça a diferença!

O Hospital de Câncer de Barretos produziu a animação "Vencer o câncer é mais fácil quando se está cercado de amor", que, através da história de Nina, mostra como o apoio da família, amigos e da equipe médica foi essencial para sua luta contra o câncer.

Quer saber mais sobre o transplante de medula? No site da ONG Oncoguia você encontra mais informações.




Saiba mais
HIV
HIV e sistema imunológico
Qual a diferença entre HIV e AIDS?
Pode-se dizer que toda pessoa com AIDS possui HIV, mas nem toda pessoa com HIV desenvolve AIDS. Mas o que isso significa? Significa que, embora o HIV seja o vírus causador da AIDS, muitas pessoas que vivem com o HIV e fazem o tratamento corretamente conseguem manter o vírus controlado e não desenvolvem a doença. Sem o tratamento, no entanto, o HIV pode enfraquecer o sistema imunológico ao longo do tempo, levando ao surgimento da AIDS.
O HIV, vírus da imunodeficiência humana, afeta o sistema imunológico porque ataca as células de defesa do corpo, especialmente os linfócitos T-CD4+, que são essenciais para combater infecções. Essas células são responsáveis por identificar e destruir vírus, bactérias e outros agentes invasores. Quando o HIV entra no corpo e infecta essas células impede que elas desempenhem corretamente suas funções de defesa.
Com o tempo, se o HIV não for tratado, o número de linfócitos T-CD4+ diminui drasticamente, deixando o corpo vulnerável a infecções e doenças oportunistas, como tuberculose, pneumonia e hepatites virais. Esse enfraquecimento do sistema imunológico é o que caracteriza a progressão para a Aids, a forma mais grave da infecção por HIV. O tratamento antirretroviral ajuda a controlar o vírus e a proteger o sistema imunológico, evitando o desenvolvimento de Aids.
Os materiais sugeridos abaixo trazem mais informações adicionas sobre HIV/AIDS:
A VOLTA DO HIV
No vídeo, o médico Drauzio Varella compartilha a história do HIV e alerta sobre o aumento recente de casos, especialmente entre os jovens. Ele destaca a importância da conscientização e prevenção.
pesquisa fapesp
Aids, uma epidemia que não terminou
CNN
HIV: o que é, principais sintomas e tratamentos
As reportagens, da Revista Fapesp e da CNN Brasil, apresentam informações sobre o HIV e a AIDS.
13

Sugestão de atividade 4
(ver página 131)

Outras sugestões

O vídeo "Nossas batalhas" usa analogias bélicas para explicar o funcionamento do sistema imunológico, comparando as células de defesa do corpo a soldados. Embora a abordagem seja simplificada e figurativa, ela é um excelente recurso educativo para entender como o corpo combate infecções, tornando o conceito mais acessível, especialmente para iniciantes.

Lúpus é uma doença complexa que pode afetar a pele, as articulações e outras estruturas do organismo, principalmente das mulheres. A reumatologista do Hospital das Clínicas e do Hospital Sírio-Libanês, Ana Luisa Calich, explica a origem do nome da doença, quais suas causas e dá orientações para evitar as crises do lúpus.

A revolução dos bichos? Como o xenotransplante pode salvar vidas

A matéria "Revolução dos bichos? Como o xenotransplante pode salvar vidas" fala sobre os diferentes tipos de transplantes e como o sistema imune pode reagir e até rejeitar órgãos e tecidos transplantados.

Neste artigo, publicado pela BBC News Brasil, é possível entender como o organismo materno evita rejeitar o feto durante a gestação, apesar de este conter numerosos antígenos de origem paterna que, em outras circunstâncias, seriam rejeitados pelo corpo feminino.

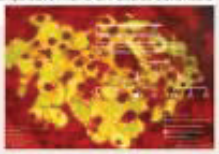
Outras sugestões

Existem diferentes tipos sanguíneos, mas o que ocorre se alguém receber uma transfusão com o tipo de sangue incorreto? Nesta entrevista, Silvano Wendel Neto responde a perguntas de Drauzio Varella sobre esse tema.

pesquisa fapesp

Batalha interior

Alteração em gene desencadeia doença autoimune em bebês durante a gestação



A matéria, publicada pela revista Fapesp, aborda doenças autoimunes em fetos de forma clara e acessível, combinando simplicidade com uma riqueza de informações.

A importância da vitamina D e sua relação com o sistema imunológico, principalmente durante a infância, são assuntos apresentados nessa edição de O Globo.

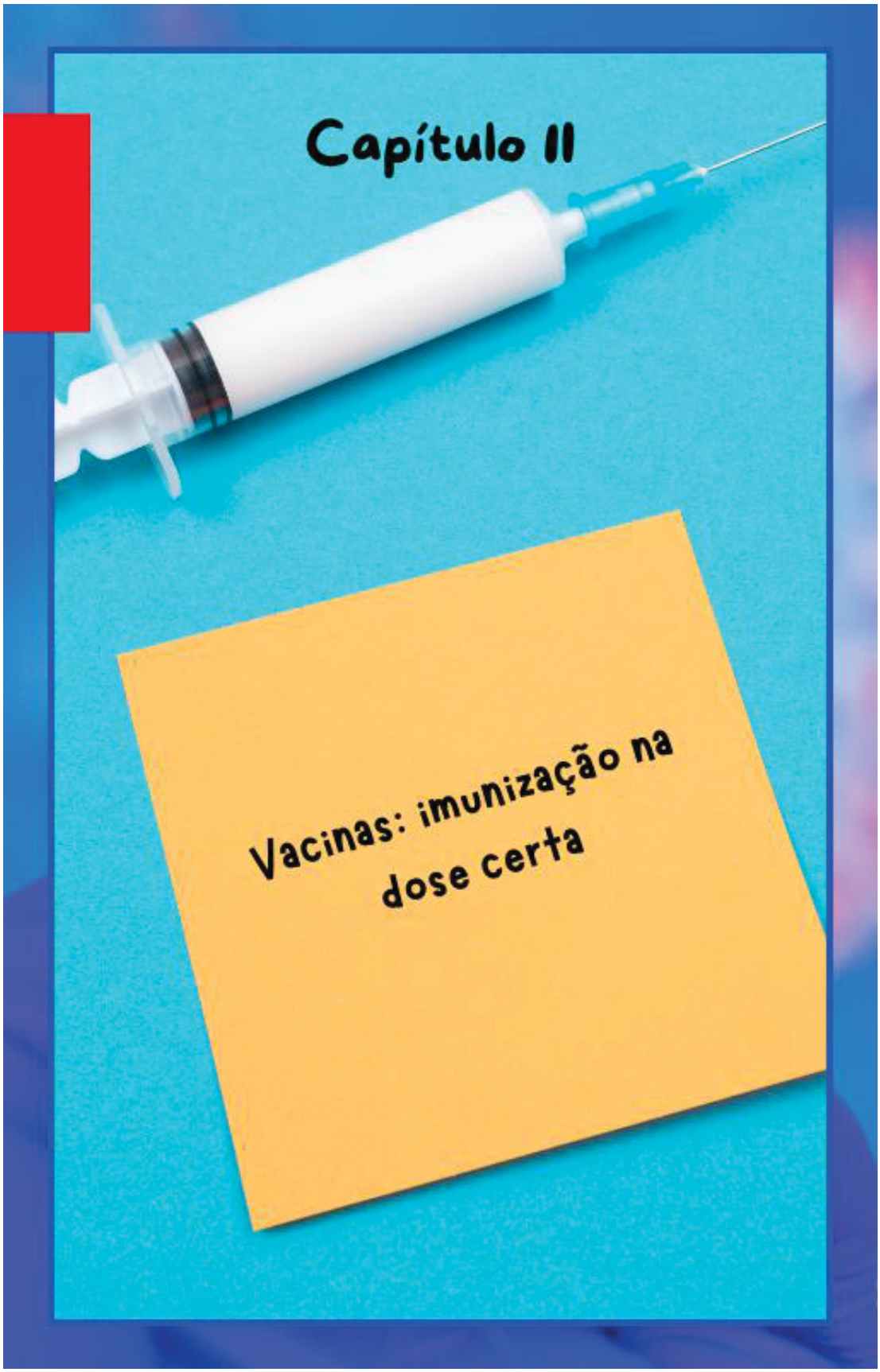
VEJA SAÚDE

Pesquisa descobre como o coronavírus escapa das células de defesa

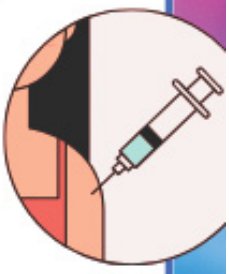
Uma matéria publicada pela Veja apresenta uma pesquisa sobre como o coronavírus engana o sistema imunológico. Além disso, inclui um vídeo animado que explica o tema de forma didática.

Sugestão de atividade 5 (ver página 132)

Exercícios (Ver página 156)


Capítulo II
Vacinas: imunização na dose certa

Vacinas: imunização na dose certa



Para início de conversa...

A vacinação é um direito individual ou é um dever coletivo?

Essa questão tem gerado muitos debates nos últimos anos. Qual é a sua opinião sobre isso?

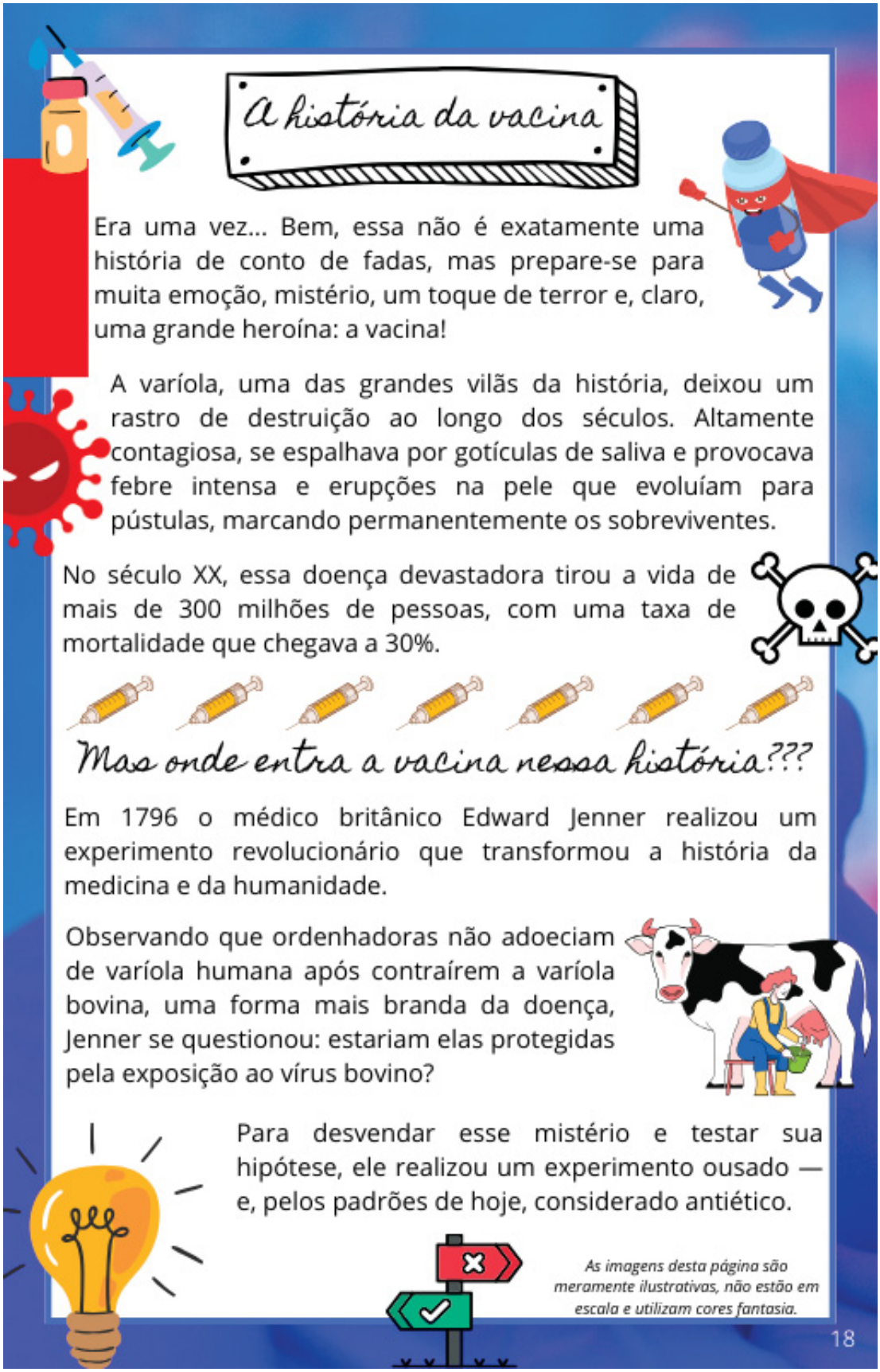
Sugestão de atividade 6 (ver página 135)

Desde a década de 1970, a vacinação representa um dos principais avanços da saúde pública, sendo amplamente reconhecida por sua eficácia no combate a doenças preveníveis. Contudo, à medida que essas doenças se tornam menos evidentes e aparentam ser menos graves, muitas pessoas passam a desvalorizar a importância das vacinas, criando novos desafios para os gestores de políticas de saúde e programas de imunização.

A baixa cobertura vacinal em uma população está diretamente ligada ao reaparecimento de doenças, como poliomielite, sarampo e febre amarela, em várias regiões. Diferentemente da maioria das intervenções médicas, que oferecem benefícios apenas ao indivíduo, as vacinas se destacam por proporcionar proteção coletiva.

"Movimento nacional pela vacinação", lançado em 27/02/2023 pelo Ministério da Saúde

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.



A história da vacina

Era uma vez... Bem, essa não é exatamente uma história de conto de fadas, mas prepare-se para muita emoção, mistério, um toque de terror e, claro, uma grande heroína: a vacina!

A varíola, uma das grandes vilãs da história, deixou um rastro de destruição ao longo dos séculos. Altamente contagiosa, se espalhava por gotículas de saliva e provocava febre intensa e erupções na pele que evoluíam para pústulas, marcando permanentemente os sobreviventes.

No século XX, essa doença devastadora tirou a vida de mais de 300 milhões de pessoas, com uma taxa de mortalidade que chegava a 30%.

Mas onde entra a vacina nessa história???

Em 1796 o médico britânico Edward Jenner realizou um experimento revolucionário que transformou a história da medicina e da humanidade.

Observando que ordenhadoras não adoeciam de varíola humana após contraírem a varíola bovina, uma forma mais branda da doença, Jenner se questionou: estariam elas protegidas pela exposição ao vírus bovino?

Para desvendar esse mistério e testar sua hipótese, ele realizou um experimento ousado — e, pelos padrões de hoje, considerado antiético.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

O experimento de Edward Jenner...

Jenner retirou líquido da lesão de uma mulher infectada pela varíola bovina e o inoculou em um garoto de apenas 8 anos. Algumas semanas depois, introduziu o vírus da varíola humana no outro braço do menino.

Para sua surpresa, o garoto não adoeceu, e os resultados se repetiram em outros testes. Assim, um século antes de a humanidade descobrir a existência dos vírus, nascia a primeira vacina.

Com o tempo, a produção de vacinas foi aprimorada e se espalhou pelo mundo, tornando-se uma arma poderosa contra diversas doenças Em 1980, esse avanço culminou com a erradicação da varíola, anunciada pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

O experimento de Jenner abriu caminho para a imunização, salvando milhões de vidas e transformando a história da saúde mundial.

Vale lembrar que, embora o experimento de Jenner tenha sido importante para a ciência, hoje ele seria considerado antiético! Atualmente, os testes de vacinas seguem regras rigorosas para garantir a segurança e o bem-estar de todos os envolvidos.

"A palavra vacina deriva do latim "vaccinus", que significa "de vaca" (derivado da vaca)."

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Você sabia?

No século X, na China, surgiu a variolação, a primeira tentativa de combater a varíola. Consistia em triturar crostas das lesões de varíola e aplicá-las em pessoas saudáveis, que também podiam inalar o pó. Embora três em cada cem pessoas morressem devido ao procedimento, ele era bem mais seguro que a infecção natural, que matava cerca de 30% dos contaminados.

Sugestão de atividade 7 (ver página 137)

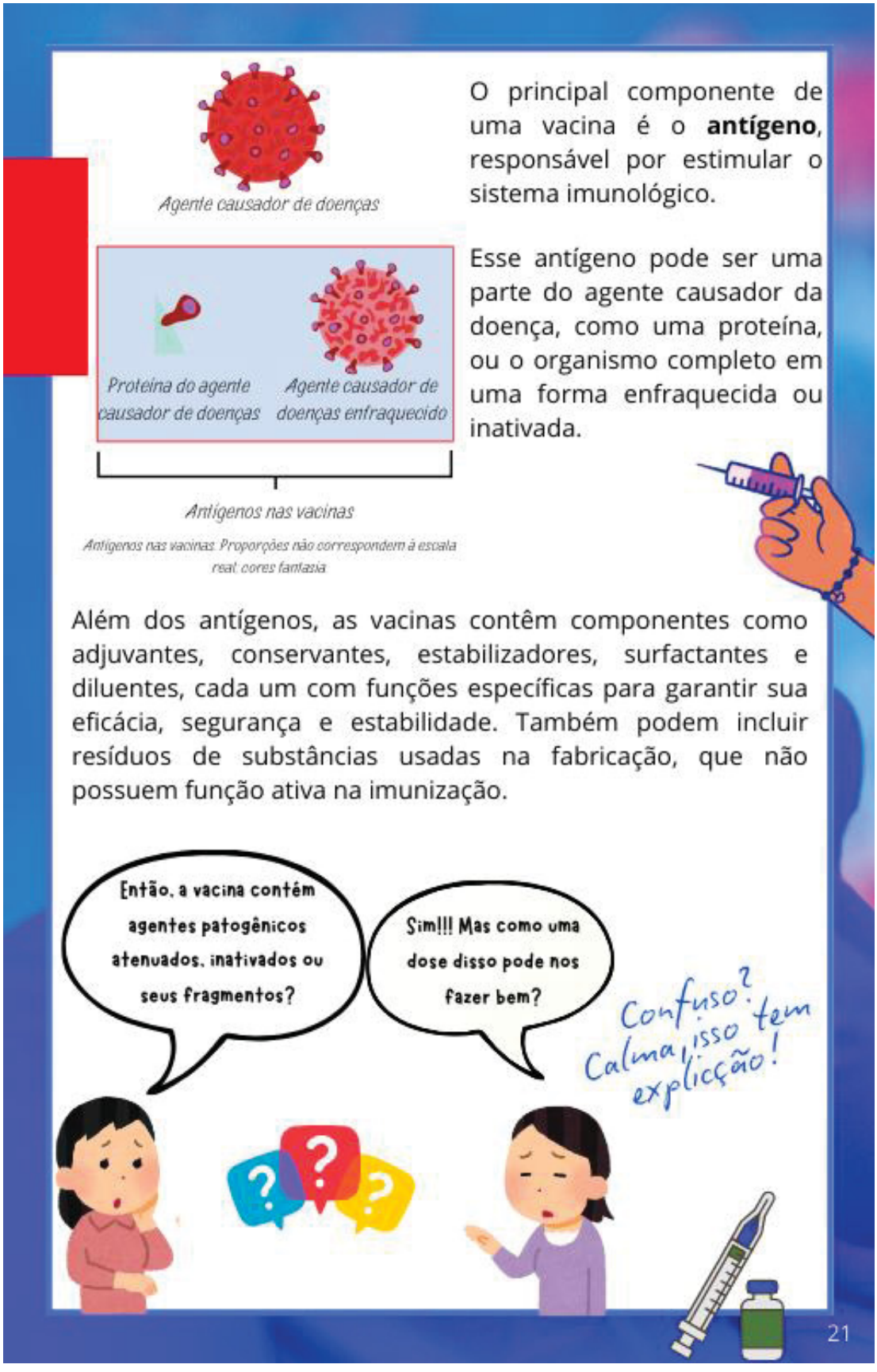
Mas o que tem dentro das vacinas?

Você chegou na Unidade Básica de Saúde (UBS) para tomar uma vacina e certamente ficou um pouco preocupado com a picada! Mas já pensou no que está dentro da seringa? Vamos aprender um pouco a respeito da composição das vacinas!

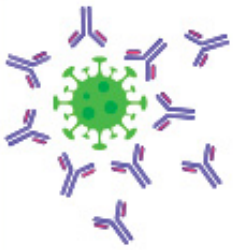
Composição da vacina. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: https://www.who.int/pt/news-room/feature-stories/detail/how-are-vaccines-developed

As vacinas contêm partes do agente causador da doença, além de ingredientes que garantem sua segurança e eficácia, usados com sucesso há décadas em bilhões de doses.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.


Agente causador de doenças
O principal componente de uma vacina é o **antígeno**, responsável por estimular o sistema imunológico.
Esse antígeno pode ser uma parte do agente causador da doença, como uma proteína, ou o organismo completo em uma forma enfraquecida ou inativada.
Proteína do agente causador de doenças
Agente causador de doenças enfraquecido
Antígenos nas vacinas
Antígenos nas vacinas. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia
Além dos antígenos, as vacinas contêm componentes como adjuvantes, conservantes, estabilizadores, surfactantes e diluentes, cada um com funções específicas para garantir sua eficácia, segurança e estabilidade. Também podem incluir resíduos de substâncias usadas na fabricação, que não possuem função ativa na imunização.
Então, a vacina contém agentes patogênicos atenuados, inativados ou seus fragmentos?
Sim!!! Mas como uma dose disso pode nos fazer bem?
Confuso? Calma, isso tem explicação!
21

Como as vacinas funcionam?



Anticorpos e antígenos. (Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.)

A vacina é uma abordagem eficaz que utiliza a capacidade natural do sistema imunológico para proteger o corpo contra agentes infecciosos, como bactérias, vírus, parasitas e fungos. Ao imitar a presença desses invasores, ela estimula a produção de anticorpos específicos, preparando o organismo para responder de forma mais rápida e eficaz em futuras exposições.

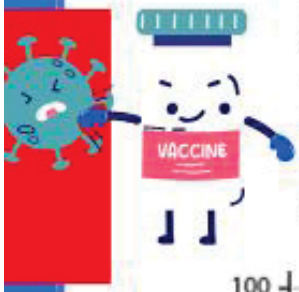
Quando o corpo encontra um patógeno pela primeira vez, ele desencadeia a chamada resposta imune primária, que é mais lenta, pois o sistema precisa reconhecer o invasor e produzir anticorpos adequados. Durante esse processo, são formadas **células de memória** que "aprendem" as características do antígeno.

Em um segundo contato com o mesmo patógeno, a resposta imune secundária entra em ação. Essa resposta é muito mais rápida e eficiente, graças às células de memória, que aceleram a produção de anticorpos, reduzindo significativamente o risco de adoecer.

Nesse contexto, a vacina tem a função de antecipar o reconhecimento do invasor, preparando o corpo para combatê-lo de forma mais eficiente.

Célula de memória: Tipo especial de linfócitos B e T responsáveis pela imunidade de longa duração. Formadas após uma infecção ou vacinação, protegem o organismo contra infecções repetidas ao garantir uma resposta imunológica mais rápida e eficaz em contatos futuros com o mesmo patógeno.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.



Ela apresenta o antígeno ao organismo antes da doença surgir, estimulando a resposta imune primária, com a produção de anticorpos e células de memória. Assim, quando o organismo encontrar o patógeno novamente, a resposta imunológica será do tipo secundária, muito mais rápida e eficaz, graças à presença das células de memória.

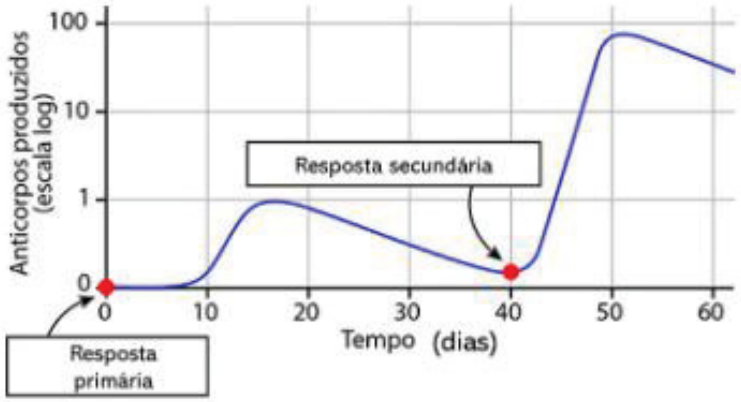


Gráfico sobre resposta imune primária e secundária (imagem adaptada). Fonte: Ask A Biologist.

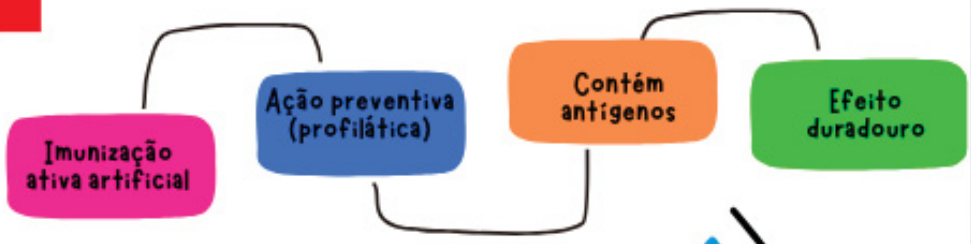
O gráfico ilustra as respostas imunes primária (na primeira exposição ao antígeno) e secundária (no segundo contato com o antígeno). A resposta secundária é mais rápida e gera uma quantidade maior de anticorpos, tornando-a mais eficaz.

O vírus da gripe sofre constantes mutações durante sua replicação e pode se combinar com outros vírus em animais, criando novas variantes, como aconteceu com a gripe H1N1. Como a vacina é específica para cada tipo de vírus, ela precisa ser atualizada anualmente para proteger contra os vírus mais recentes que circulam.

A vacinação proporciona uma imunização ativa artificial:

- Ativa porque o sistema imunológico responde à vacina com a produção de anticorpos e células de memória.
- Artificial porque essa resposta é induzida de forma controlada pela administração da vacina, em vez de ocorrer naturalmente por infecção.

Características principais da vacina:



Fazendo uma analogia, pode-se dizer que a vacina "engana" o sistema imunológico ao apresentar um antígeno enfraquecido (ou um fragmento dele).

Assim, o corpo interpreta que está diante de uma infecção e começa a trabalhar para encontrar a "receita" dos anticorpos necessários para combater a doença.

Quando essa "receita" é descoberta, ela fica armazenada nas células de memória.

Dessa forma, quando o organismo entra em contato com o antígeno real, já sabe como combatê-lo de forma eficaz.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Vacinação: alguns dados

Poliomielite

A vacina contra poliomielite foi essencial para erradicar a doença no Brasil desde 1994, com o último caso registrado em 1989. Conhecida como paralisia infantil, a pólio é causada pelo poliovírus, transmitido por contato com fezes ou secreções, e pode causar paralisias graves.

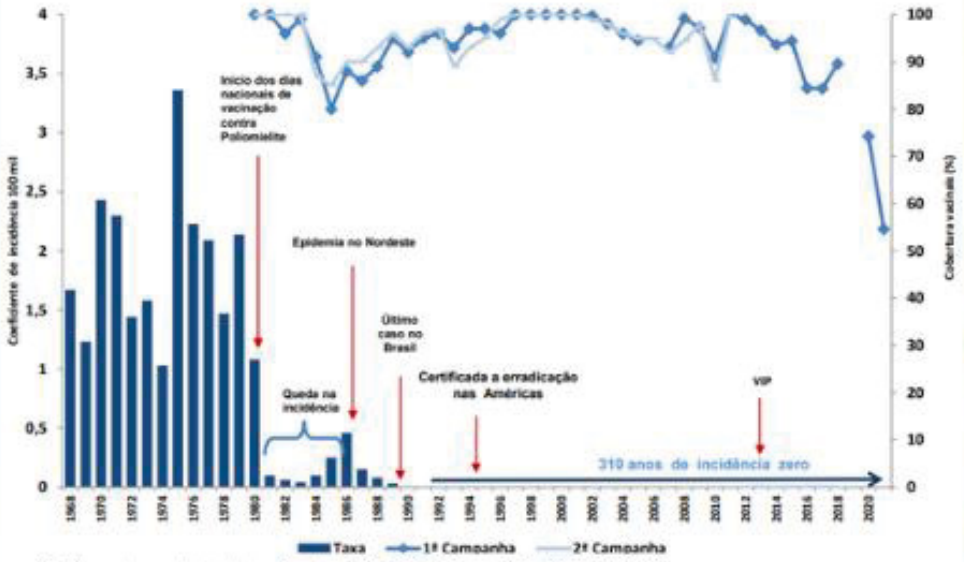


Gráfico sobre a poliomielite no Brasil de 1968 à 2020. Fonte: CCPNI/CCDT/SVS/MS.

A imunização em massa começou em 1961, mas apenas em 1980, com o "Dia Nacional de Vacinação", alcançou grande impacto, reduzindo quase a zero os casos em três anos.

Desde 2015, o Brasil não atinge a meta de 95% de cobertura vacinal, o que é preocupante. A ausência de casos se deve à vacinação, não à eliminação total do vírus no ambiente.

Sem a imunização adequada, há risco de a doença reaparecer, exigindo atenção contínua.

Você sabia?

Zé Gotinha. Fonte: GOV.BR

O personagem "Zé Gotinha" foi criado em 1986 pelo artista Darlan Rosa como uma forma de divulgar o Programa Nacional de Vacinas, campanha de vacinação contra a poliomielite. Porém desde novembro de 2024 a vacina oral contra a poliomielite foi substituída pela versão injetável. Será o fim do Zé Gotinha? Não. Hoje, ele é símbolo de incentivo à vacinação como um todo, assumindo um papel ainda mais significativo como símbolo de saúde no Brasil.

Virou notícia!

OPAS

OPAS atualiza informações sobre a situação do poliovírus nas Américas

Washington, DC, 24 de março de 2023 (OPAS) - A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) divulgou uma nova atualização epidemiológica resumindo a situação regional do vírus que causa a poliomielite e fornecendo informações sobre o caso recentemente relatado de poliovírus derivado da vacina no Peru. Na região das Américas, em julho de 2022, os Estados Unidos registraram um caso de poliomielite por poliovírus circulante derivado da vacina tipo 2 no estado de Nova York e, em 21 de março, o Peru notificou à OPAS/OMS um caso confirmado de poliomielite devido ao poliovírus tipo 1 derivado da vacina. Ambos os casos envolveram pacientes não vacinados e sem histórico de viagens.

Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/24-3-2023-opas-atualiza-informacoes-sobre-situacao-do-poliovirus-nas-americas (acesso em 03/01/25)

Essa notícia é preocupante! A vacinação ainda é a principal forma de evitar a poliomielite e outras doenças preveníeis.

Sarampo

O sarampo é uma doença viral grave, transmitida pelo ar por tosse, fala ou espirro. Um dos principais sintomas é o surgimento das manchas vermelhas no corpo.

O Brasil foi certificado como livre do sarampo em 2016, mas a baixa vacinação reintroduziu o vírus em 2018. Com ações reforçadas em 2023, o país foi novamente reconhecido como livre do sarampo pela OPAS em 2024.

Gráfico casos de sarampo no Brasil de 2010-2023. Fonte: Ministério da Saúde/BBC

A situação do sarampo no Brasil exemplifica a importância da vacinação contínua, mesmo após a erradicação de uma doença em uma região.

Outros dados

Desde 1974, as taxas de mortalidade infantil antes do primeiro ano de vida diminuíram em mais da metade. Estudos indicam que quase 40% dessa redução é atribuída às vacinas juntamente com melhorias nas áreas de nutrição e cuidados médicos.

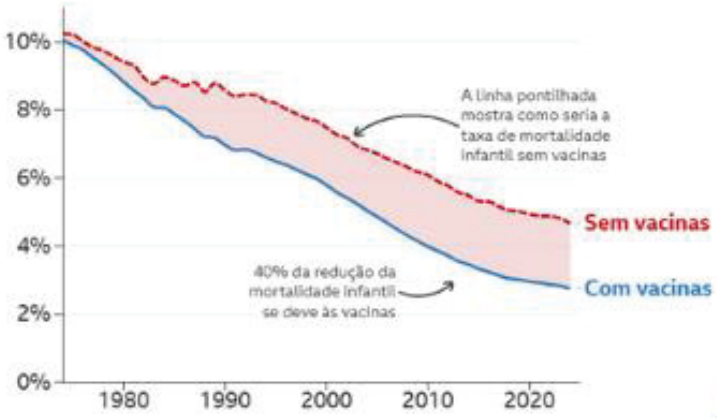


Gráfico taxa de mortalidade infantil e vacinas
Fonte: Fonte: The Conversation - A. Shattock, H Johnson, So Yoon Sim, et al.

No dia 17 de janeiro de 2021, começou a campanha de vacinação contra a Covid-19 no Brasil, marcando um avanço significativo no enfrentamento da pandemia.

Conforme destaca o Boletim Observatório Covid-19 da FioCruz, desse período, o aumento da vacinação refletiu em uma queda consistente nos óbitos.

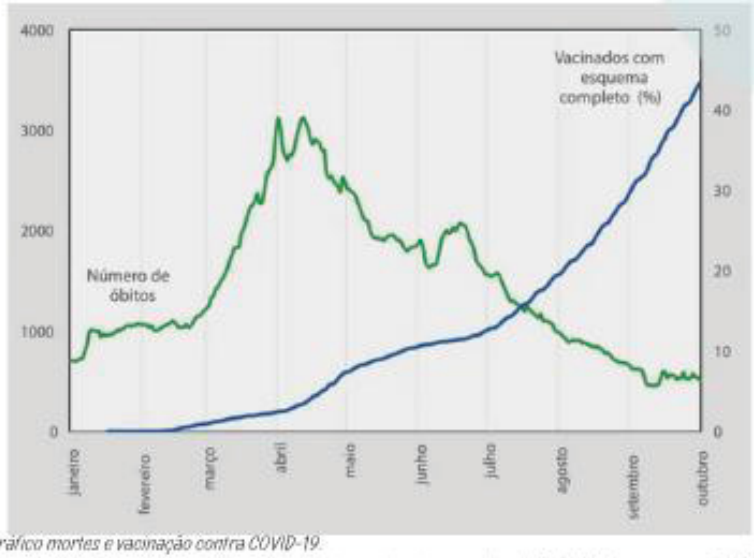


Gráfico mortes e vacinação contra COVID-19
Fonte: FIOCRUZ (disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58920602, acesso em 04/01/2025)

1 2

Não faltam evidências e comprovações científicas que mostram os benefícios da vacinação para a saúde coletiva.

Programa Nacional de Imunizações (PNI)

O Programa Nacional de Imunizações (PNI), uma referência mundial em imunização, coordena as campanhas de vacinação no Brasil, oferecendo gratuitamente 32 vacinas. Essas cobrem tanto o Calendário Nacional de Vacinação quanto grupos com condições especiais, como pacientes com câncer, insuficiência renal ou HIV.

Deseja saber mais sobre as vacinas do calendário de vacinação?

O link abaixo direciona para a página do Ministério da Saúde, onde você encontra informações detalhadas sobre as vacinas disponíveis para cada faixa etária e as doenças que elas previnem.

Calendário de vacinação. Fonte: Ministério da Saúde. Acesso em 04/01/2025.

Sugestão de atividade 8 (ver página 139)

E as suas vacinas, estão em dia?

A carteira de vacinação é o documento que comprova quais vacinas contidas no PNI os brasileiros tomaram e o número de doses aplicadas.

O Ministério da Saúde lançou recentemente o sistema "Meu SUS Digital" (antes Conectesus) para o controle de vacinas. No entanto, por ser novo, ainda não contém o histórico vacinal de grande parte da população, sendo útil principalmente no controle futuro das vacinações.

Meu SUS Digital

Meu SUS Digital. Fonte: Ministério da Saúde.

Tipos de vacinas

O desafio no desenvolvimento de vacinas é fazer com que o antígeno estimule o sistema imunológico a produzir anticorpos sem causar a doença. Existem 3 formas principais para se desenvolver uma vacina:

Usar o agente infecioso inteiro

Usar partes do agente infeccioso

Usar o material genético do agente infeccioso

Diferentes abordagens para vacinas. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: World Health Organization (adaptado).

Para a abordagem de patógenos inteiros temos as vacinas atenuadas, as vacinas inativadas e as vacinas de vetor viral.

Vacinas inativadas

A **vacina inativada** é produzida a partir de vírus ou bactérias mortos, por meio de produtos químicos, calor ou radiação. Como exemplos desse tipo de vacina temos as da gripe e poliomielite.

Vacinas atenuadas

A **vacina atenuada** utiliza uma versão enfraquecida do patógeno ou um similar, como nas vacinas contra sarampo, caxumba, rubéola e varicela. Essa abordagem pode não ser adequada para pessoas com sistema imunológico comprometido.

Vacinas de vetores virais

A **vacina com vetor viral** usa um vírus seguro para transportar partes específicas do patógeno, estimulando uma resposta imune sem causar doença. Um exemplo é a vacina contra o Ebola.

Vacinas com patógenos inteiros. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.
Fonte: World Health Organization.

A vacina de subunidades utiliza apenas partes específicas do patógeno, como proteínas ou açúcares, para estimular a resposta imunológica. Não contém o patógeno inteiro nem usa um vírus como vetor. É usada em vacinas contra doenças como coqueluche, tétano, difteria e meningite meningocócica.

Vacinas de subunidades. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia. Fonte: World Health Organization.

A vacina de ácido nucleico utiliza uma seção do material genético, em forma de DNA ou mRNA, para fornecer instruções às células, que passam a produzir proteínas específicas para estimular a resposta do sistema imunológico, sem usar o micróbio inteiro. A vacina Pfizer contra COVID-19 utiliza essa tecnologia.

Vacinas de ácidos nucléicos. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia. Fonte: World Health Organization.

Existem também as vacinas de toxoides. São feitas a partir de toxinas bacterianas inativadas, que, apesar de seguras, estimulam a produção de anticorpos. Elas ensinam o sistema imunológico a reconhecer e combater essas toxinas, protegendo contra doenças como o tétano e a difteria.

A tabela a seguir mostra um resumo sobre os tipos de vacinas:

Tipo de vacina	Composição
Atenuada	patógeno enfraquecido
Inativada	patógeno morto
Subunidade	subunidades específicas do patógeno
Material genético	DNA ou RNA mensageiro com instruções para produzir proteínas do patógeno.
Vetor viral	Usa vírus inofensivo para inserir no organismo parte específica do patógeno.
Toxoide	Usa toxinas modificadas do patógeno.

As vacinas contra a Covid-19 aplicadas no Brasil utilizaram diferentes tecnologias em sua fabricação:

AstraZeneca: vetor viral | *CoronaVac:* vírus inativado | *Pfizer:* RNA mensageiro | *Janssen:* vetor viral | *Moderna:* RNA mensageiro

Representação de vacinas anti covid-19. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

As vacinas são geralmente classificadas em três grandes grupos, ou gerações, com base nas estratégias e conceitos aplicados na preparação de seus antígenos ativos.

1

Primeira geração de vacinas: utilizam microrganismos inteiros, atenuados ou inativados, cultivados em laboratório para estimular a imunidade. Exemplos incluem as vacinas contra sarampo, rubéola, caxumba, gripe e raiva.

Segunda geração de vacinas: englobam as vacinas de subunidades e as de toxoides. Elas utilizam partes específicas do microrganismo, como proteínas, açúcares ou toxinas produzidas por ele, que são reconhecidas pelo sistema imunológico. Exemplos de vacinas de subunidades são as contra hepatite B e HPV, enquanto as vacinas de toxoides incluem as contra tétano e difteria.

2

3

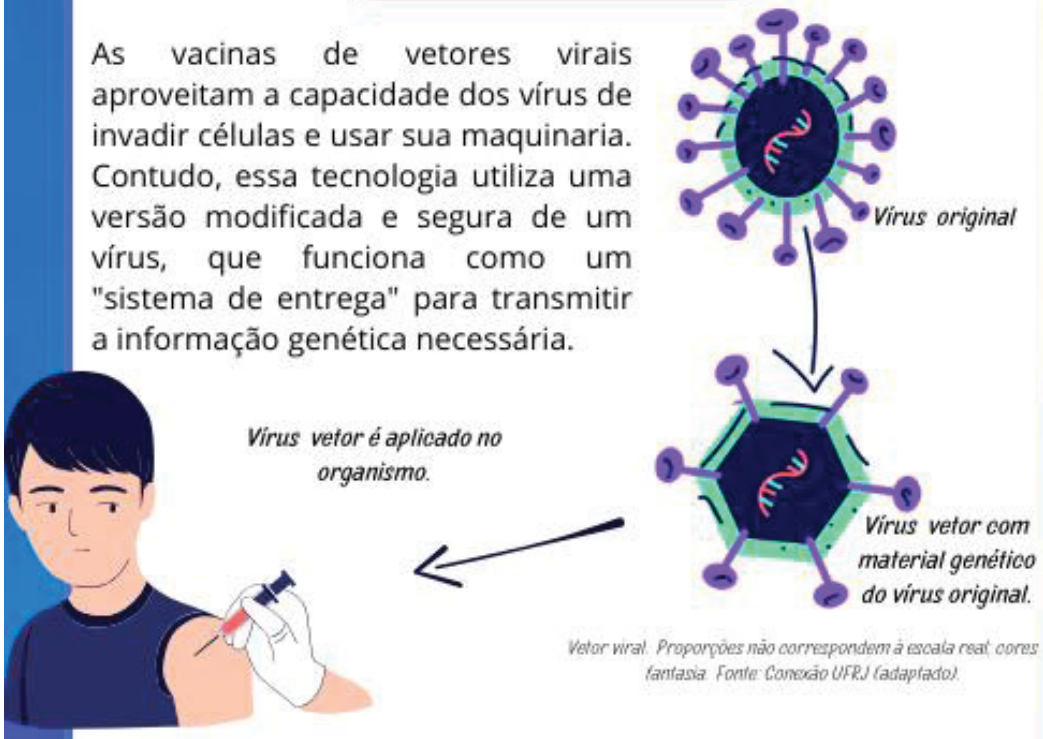
Terceira geração de vacinas: incluem as vacinas genéticas de DNA e RNA, e as vacinas vetorizadas, que utilizam vírus benignos como vetor. Elas não empregam o microrganismo inteiro, mas sim material genético para estimular a resposta imunológica.

Vacinas de terceira geração

As vacinas de terceira geração, incluindo as gênicas (DNA e RNA) e as de vetor viral, trouxeram um conceito inovador ao utilizar a informação genética do patógeno como base para a formulação dos imunizantes.

Vacinas de vetor viral

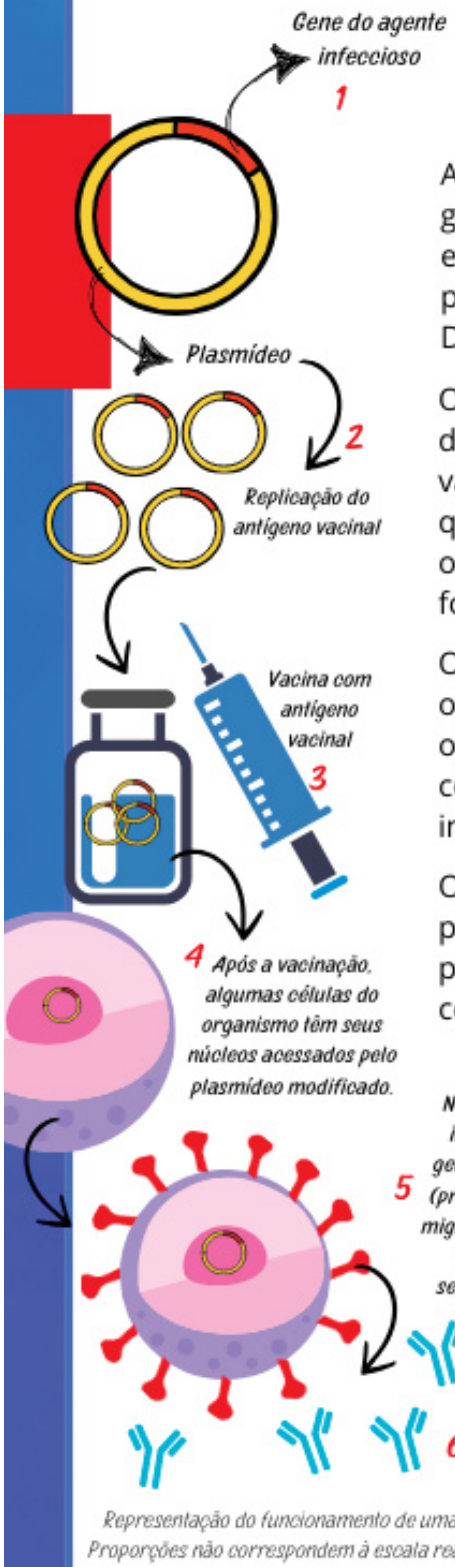
As vacinas de vetores virais aproveitam a capacidade dos vírus de invadir células e usar sua maquinaria. Contudo, essa tecnologia utiliza uma versão modificada e segura de um vírus, que funciona como um "sistema de entrega" para transmitir a informação genética necessária.



Vetor viral. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia. Fonte: Conexão UFRJ (adaptado).

O vetor viral transporta parte do material genético de um patógeno, que utiliza a síntese proteica das células do organismo "infectado" para produzir o antígeno do agente infeccioso. Esse processo não causa a doença, mas desencadeia uma resposta imunológica específica contra o patógeno.

Vacinas de DNA



Representação do funcionamento de uma vacina de DNA. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

As vacinas de DNA utilizam trechos do genoma do agente infeccioso e inserem em uma estrutura denominada plasmídeo – uma molécula circular de DNA obtida de uma bactéria.

O plasmídeo modificado com os genes do agente infeccioso torna-se o antígeno vacinal e é replicado em grandes quantidades para, em conjunto com outros componentes, compor a formulação da vacina.

O antígeno vacinal é introduzido no organismo e chega ao núcleo das células, onde é decodificado, fazendo com que a célula produza proteínas do agente infeccioso.

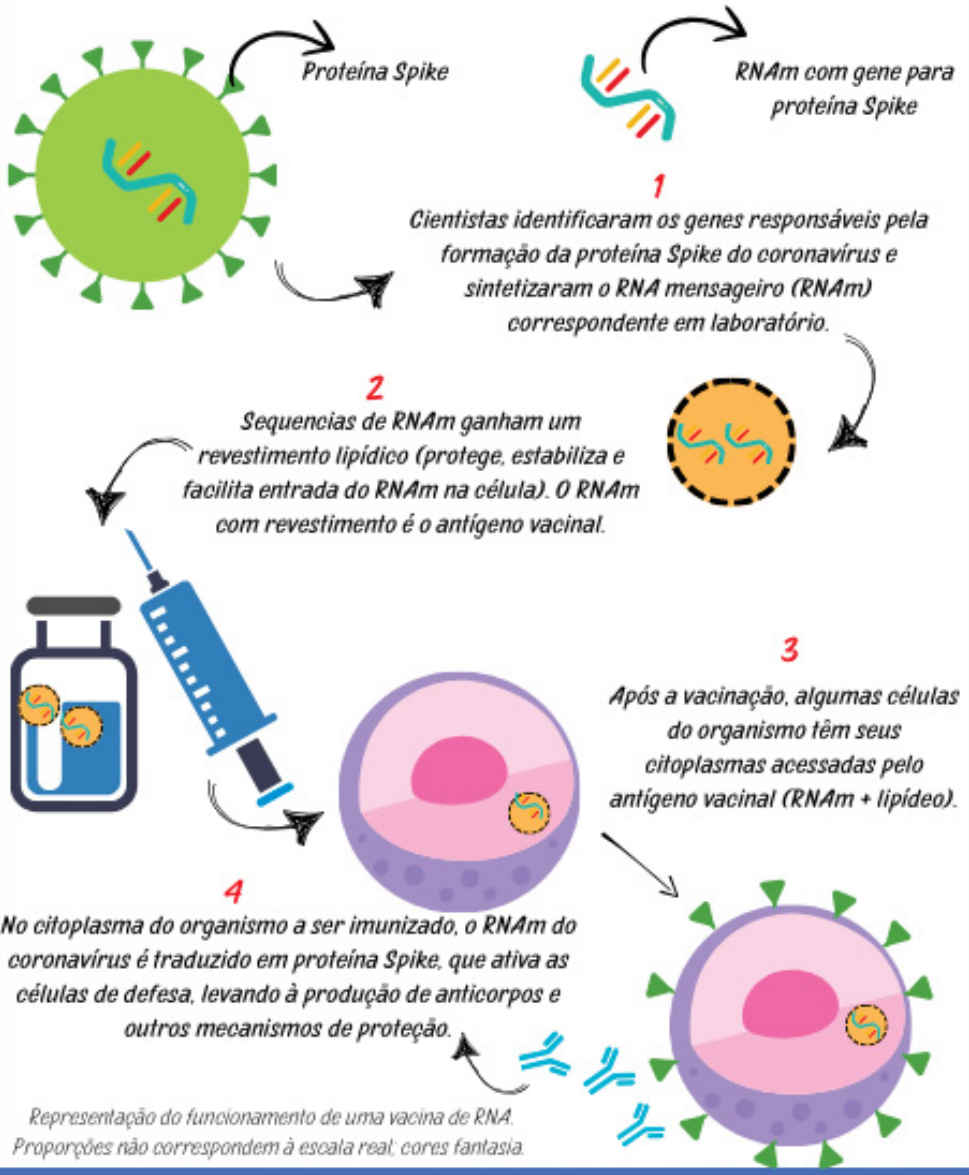
O sistema imunológico identifica essas proteínas como estranhas e começa a produzir anticorpos para combatê-las, conferindo imunidade ao organismo.

DNA recombinante

A vacina de DNA utiliza a técnica de DNA recombinante, uma biotecnologia que envolve a produção de moléculas de DNA a partir da combinação de sequências de DNA oriundas de diferentes fontes.

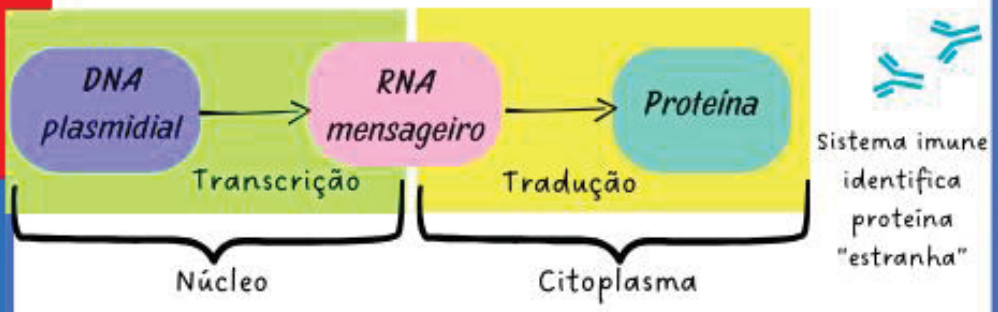
Vacinas de RNA

As vacinas de RNA funcionam de maneira semelhante às vacinas de DNA, mas sem a necessidade de o RNA mensageiro (RNAm) ser inserido no núcleo da célula. Isso ocorre porque a tradução é realizada diretamente no citoplasma, eliminando a etapa de transcrição do DNA. Um exemplo prático é o uso dessas vacinas no combate à COVID-19:

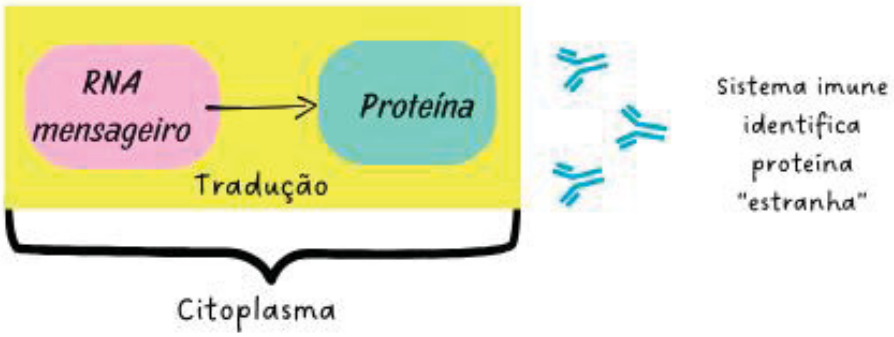


Representação do funcionamento de uma vacina de RNA. Proporções não correspondem à escala real; cores fantasia.

As vacinas de vetor viral, DNA e RNA utilizam o funcionamento das células do organismo para alcançar seu objetivo, baseando-se no processo de síntese de proteínas. No caso de material genético em forma de DNA, o processo funciona da seguinte maneira:



Quando a vacina utiliza RNA como material genético, o processo dentro da célula é mais direto e curto:



As vacinas de DNA e RNA têm mecanismos semelhantes, mas diferem no local de ação: o RNA atua diretamente no citoplasma, onde é traduzido em proteína viral, enquanto o DNA precisa entrar no núcleo para ser transcrito em RNAm antes de ser traduzido.

Produção de vacinas no Brasil

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e o Instituto Butantan, duas instituições brasileiras, figuram entre os 15 maiores produtores de vacinas do mundo, segundo um levantamento da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Desde 2021 a Fundação Oswaldo Cruz (FioCruz) e o Instituto Butantan são considerados Patrimônio Nacional da Saúde Pública!

Fundação Oswaldo Cruz (FioCruz)

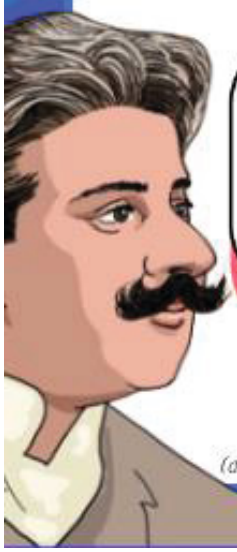
Criada em 1900 por Oswaldo Cruz, está localizada no Rio de Janeiro, é uma instituição dedicada à pesquisa, ensino e produção de medicamentos.

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

Instituto Butantan

Fundado em 1901 está localizado em São Paulo. Considerado o maior produtor da vacinas e soros da América Latina.

INSTITUTO BUTANTAN
A serviço da vida



Você sabia?

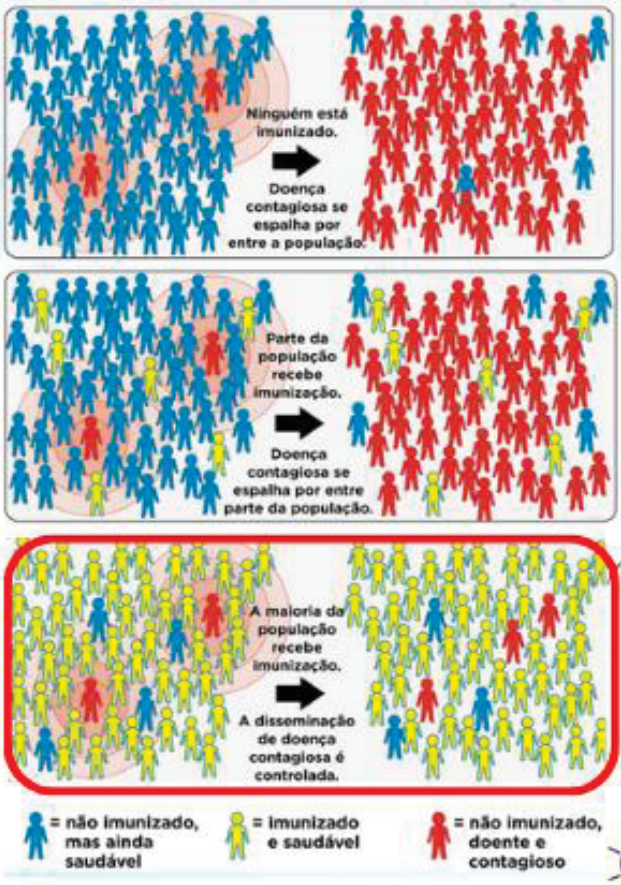
Oswaldo Cruz (1872 - 1917) foi um sanitarista fundamental para a saúde pública no Brasil, responsável pela erradicação da febre amarela no Rio de Janeiro e pela desratização contra a peste bubônica. Idealizou a campanha de vacinação contra a varíola, que levou à Revolta da Vacina, e teve grande influência no controle de epidemias com a criação de soros e vacinas.

Oswaldo Cruz. Fonte: Plenarinho (disponível em: https://plenarinho.leg.br/index.php/2017/04/oswaldo-cruz/)

Imunidade coletiva ou de rebanho

No final de 2014, a Disneylândia, na Califórnia (EUA) , tornou-se palco de um surto de sarampo que rapidamente se espalhou entre visitantes, infectando 147 pessoas. Tudo começou com um visitante infectado, que transmitiu o vírus a indivíduos não vacinados, desencadeando uma cadeia de contágio que atingiu até familiares e amigos fora do parque.

Embora ninguém tenha morrido, o surto poderia ter sido evitado com a vacinação, que teria limitado a propagação e protegido aqueles incapazes de se vacinar, por meio da **imunidade de rebanho.**



Representação de imunidade de rebanho

Fonte: https://brasildelonge.com/2021/06/08/imunidade-de-rebanho-2/

Imunidade de rebanho:
Também chamada de imunidade coletiva, ocorre quando grande parte da população é imunizada, dificultando a propagação de doenças infecciosas e protegendo até os não vacinados, como bebês ou pessoas com o sistema imune comprometido.

Imunidade de rebanho pode ser alcançada pela infecção natural ou vacinação, sendo esta a forma mais segura e eficaz.

Sugestão de atividade 9 (ver página 141)

Movimentos contrários á vacinação

No início do século XX, 1 em cada 5 crianças morria de doenças infecciosas antes de completar 5 anos!

Contudo, as vacinas transformaram a saúde pública, eliminando doenças como a varíola e reduzindo drasticamente as mortes causadas por enfermidades como sarampo e caxumba.

Então como entender o crescimento do **movimento antivacina**, com famílias optando por não imunizar seus filhos contra doenças graves? É, tem coisas difíceis de serem compreendidas!

Os termos "terra plana imunológica", "lógica invisível" e "desinformite crônica" são fictícios e foram utilizados de forma humorística neste e-book para destacar um problema sério e real: o movimento antivacina.

Movimento antivacina
Efeito "terra plana imunológica": negação absoluta de evidências científicas, frequentemente justificada pela lógica invisível, ou seja, a habilidade de defender algo sem qualquer explicação racional. Essa condição é um sintoma clássico da desinformite crônica, causada pelo consumo exagerado de *fake news* sobre vacinas.

Brincadeiras à parte, o movimento antivacina é uma questão séria. Em 2019, a OMS classificou a hesitação vacinal — caracterizada pela relutância ou recusa em se vacinar, mesmo com a disponibilidade de imunizantes — como uma das dez maiores ameaças à saúde global.

O movimento antivacina, presente desde as primeiras campanhas de imunização, caracteriza-se por diferentes níveis de organização e resistência à vacinação.

Formado por críticos que questionam a eficácia, a segurança ou os princípios das vacinas, esse movimento tem acompanhado a história das imunizações ao longo do tempo.

Charge do cartunista Claudio Mor

A seguir, apresentamos uma linha do tempo destacando alguns desses movimentos contrários à vacinação.

Charge do cartunista Jean Galvão
(publicada em 25/10/2020 - Folhapress)

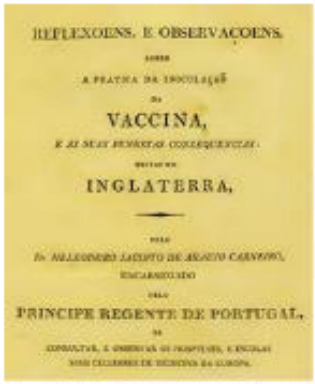
A resistência às vacinas pode ser influenciada por diversos fatores, como ideologias políticas, convicções religiosas, atitudes negacionistas em relação à ciência e a disseminação de desinformação.

Figura mostra pessoas desenvolvendo características de vaca após imunização.

Gravura de 1802, feita por James Gillray (1756-1815).
Fonte: Agência Senado.

O movimento antivacina surgiu com a primeira vacina, devido à aversão ao método utilizado. Líderes religiosos a condenavam como uma interferência na vontade divina, enquanto outros ironizavam a prática em jornais e revistas.

Quando Edward Jenner criou a vacina contra a varíola, a ciência não podia explicar seu funcionamento, pois desconhecia os vírus e o sistema imunológico. Sem uma explicação plausível, muitos médicos, incluindo o português Heliodoro Carneiro, rejeitaram a imunização. Em 1808, Carneiro publicou um livro em Lisboa, atacando a vacina e ajudando a espalhar o medo no Brasil Colônia.


REFLEXOENS, E OBSERVAÇOENS.
VACCINA,
INGLATERRA,
PRINCIPE REGENTE DE PORTUGAL.

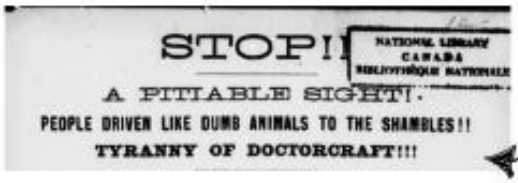
Capa de livro português sobre "funestas consequências" da vacina contra a variola. Fonte: Agência Senado.

Apesar da redução na taxa de mortes por varíola após a vacinação, os *antivaxxers* (termo utilizado para designar pessoas que se opõem ou rejeitam as vacinas) continuaram a aparecer.

Em 1853, a Liga Antivacina de Londres ganhou destaque, o que fez com que o movimento atraísse mais atenção e conquistasse um número maior de apoiadores.

"Melhor não vacinar do que vacinar com vírus impuro" por Joseph Keppler (1838-1894). Fonte BBC News Brasil

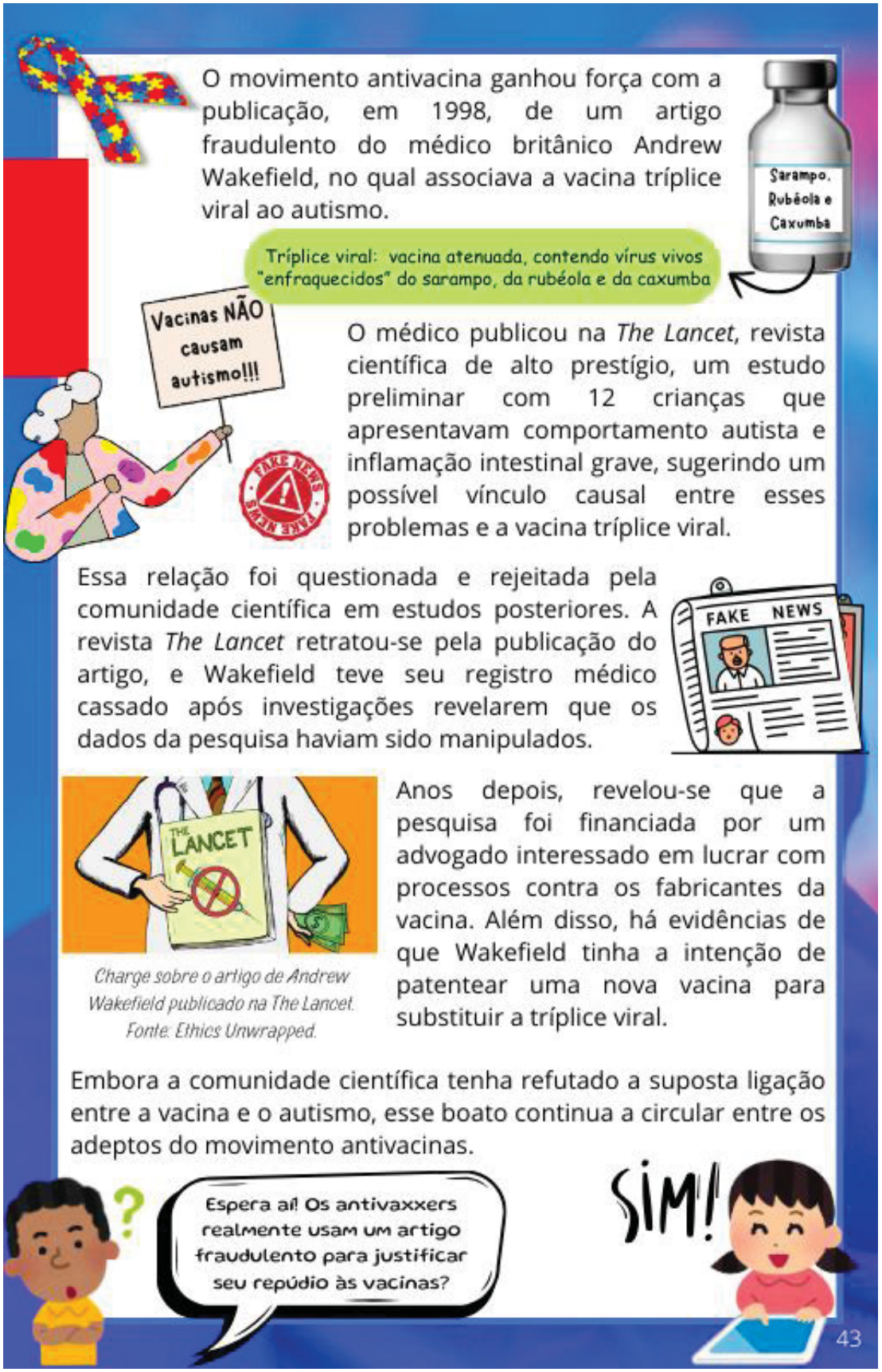
Alexander Ross, nome importante do movimento antivacina, publicou em 1885 um panfleto que foi amplamente disseminado em Montreal (Canadá). Ele também via as medidas de saúde pública como um abuso de poder governamental, comparando-as à "tirania russa".



Manchete do panfleto do Dr. Ross de 1885. Fonte: Hathitrust Digital Library

Em 1904, o Rio de Janeiro, no Brasil, viveu a Revolta da Vacina, um movimento popular contra a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola, implementada por Oswaldo Cruz. A revolta foi motivada principalmente pela aprovação, naquele ano, de uma lei que permitia às autoridades sanitárias impor multas àqueles que se recusassem a tomar a vacina.

A charge 'O espeto Obrigatório', publicada em 1904 na 'A Avenida', criticando a lei que tornou a vacinação antivariólica obrigatória na cidade do Rio de Janeiro. Fonte: Acervo Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz


O movimento antivacina ganhou força com a publicação, em 1998, de um artigo fraudulento do médico britânico Andrew Wakefield, no qual associava a vacina tríplice viral ao autismo.
Sarampo, Rubéola e Caxumba
Tríplice viral: vacina atenuada, contendo vírus vivos "enfraquecidos" do sarampo, da rubéola e da caxumba
Vacinas NÃO causam autismo!!!
FAKE NEWS
O médico publicou na The Lancet, revista científica de alto prestígio, um estudo preliminar com 12 crianças que apresentavam comportamento autista e inflamação intestinal grave, sugerindo um possível vínculo causal entre esses problemas e a vacina tríplice viral.
Essa relação foi questionada e rejeitada pela comunidade científica em estudos posteriores. A revista The Lancet retratou-se pela publicação do artigo, e Wakefield teve seu registro médico cassado após investigações revelarem que os dados da pesquisa haviam sido manipulados.
FAKE NEWS
THE LANCET
Charge sobre o artigo de Andrew Wakefield publicado na The Lancet. Fonte: Ethics Unwrapped.
Anos depois, revelou-se que a pesquisa foi financiada por um advogado interessado em lucrar com processos contra os fabricantes da vacina. Além disso, há evidências de que Wakefield tinha a intenção de patentear uma nova vacina para substituir a tríplice viral.
Embora a comunidade científica tenha refutado a suposta ligação entre a vacina e o autismo, esse boato continua a circular entre os adeptos do movimento antivacinas.
Espera aí! Os antivaxxers realmente usam um artigo fraudulento para justificar seu repúdio às vacinas?
SIM!
43

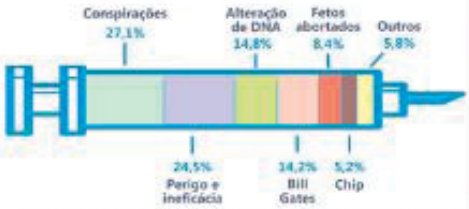
FAKE

Durante a pandemia da COVID-19, o movimento antivacina ganhou força, impulsionado pela disseminação de *fake news* e pela rápida aprovação das vacinas, que geraram desconfiança em parte da população.

Manifestação na Califórnia com um cartaz crítico às vacinas. Fonte: El País

No início da pandemia de COVID-19, entre maio e julho de 2020, a União Pró-Vacina (UPVacina), ligada à USP, registrou um aumento de 383% nas postagens com informações falsas ou distorcidas sobre vacinas.

As postagens desinformativas destacavam supostos riscos e a ineficácia das vacinas, além de teorias da conspiração, como a ideia de que vacinas poderiam alterar o DNA humano.



Temas abordados nas publicações analisadas pela UPVacina. Fonte: União Pró-vacina

A infodemia, caracterizada pelo excesso de informações nem sempre confiáveis, e declarações de figuras influentes, como Jim Carrey, Robert De Niro e Donald Trump, contribuíram para a hesitação vacinal e o fortalecimento desse movimento.

O movimento antivacina compromete os esforços de saúde pública, ameaçando a imunização em massa e a proteção contra doenças preveníveis.

"Os antivaxxers espalham incertezas, mas a verdade científica das vacinas constrói um futuro mais saudável para todos."

Campanha a favor das vacinas. Fonte: Ministério da Saúde

Saiba mais

Produção de vacinas

Como garantir a segurança e a eficiência de uma vacina?

1. **Prospecção:** estudo detalhado do agente infeccioso, visando identificar alvos potenciais para serem combatidos pelo imunobiológico.
2. **Criação de protótipo:** versão experimental da vacina.
3. **Fase pré-clínica:** testes *in vitro*, em laboratório, e *in vivo*, em animais, para avaliar a segurança do protótipo e sua eficácia em induzir imunidade contra o patógeno.
4. **Ensaio clínico:** vacina passa a ser testada em pessoas. Essa etapa é divida em quatro fases.

- **Fase I** - Vacina é aplicada em menos de 100 voluntários. Essa etapa determina a segurança (efeitos adversos) da vacina.
- **Fase II** - Vacina é aplicada em um número maior de voluntários (entre 200 e 500). Tem o objetivo de estabelecer a imunogenicidade (capacidade de despertar reações imunológicas).
- **Fase III** - Participam um número ainda maior de voluntários, geralmente de diferentes localidades. Visa demonstrar a eficácia da vacina e possíveis efeitos colaterais.
- **Fase IV** - Nessa fase a vacina já foi aprovada e liberada para a população, mas continua sendo avaliada.

Matéria "Como se faz uma vacina", Conexão UFRJ, de 12 de fevereiro de 2021.

O vídeo "Desafios da Vacina | Os processos de desenvolvimento de uma vacina" foi produzido pela organização "Médicos Sem Fronteiras (MSF).

Saiba mais

Vacinação em animais

A vacinação de animais pode ser uma peça-chave na prevenção de doenças em humanos. Mas por quê?

A Saúde Única (*One Health*) é um conceito que integra a saúde humana, animal e ambiental, promovendo a colaboração entre diferentes áreas para enfrentar ameaças à saúde e proteger os ecossistemas.

Saúde única
Fonte: Universo da saúde animal

Para entender esse conceito vamos usar a raiva como exemplo. A raiva é uma **zoonose** que afeta tanto humanos quanto animais, sendo transmitida principalmente por cães e morcegos.

Na abordagem de Saúde Única, a prevenção e controle da raiva envolvem:

- a vacinação de animais, principalmente cães;
- controle de animais errantes (abandonados);
- monitoramento do ambiente.

Isso destaca a importância da colaboração entre a saúde humana, animal e ambiental para combater zoonoses.

Zoonose:
Doença infecciosa transmitidas entre animais e pessoas

Dentro dessas perspectiva, fica clara a relação entre a vacinação de animais e a saúde humana.

Vacinar cães e gatos é essencial para protegê-los de doenças graves, incluindo algumas fatais. Além das vacinas obrigatórias, como a antirrábica, há vacinas opcionais importantes dependendo do ambiente e estilo de vida do animal.

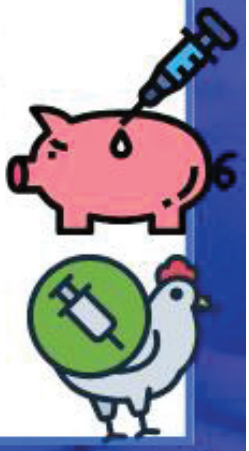
A vacina antirrábica é essencial para cães e gatos

IDADE/ VACINA	A PARTIR DE 6 SEMANAS	12 SEMANAS	4 MESES	REVACINAÇÃO ANUAL
POLIVALENTE (V8/V10)	1ª DOSE	2ª DOSE	3ª DOSE	✓
ANTIRRÁBICA			✓	✓

IDADE/ VACINA	A PARTIR DE 6 SEMANAS	12 SEMANAS	4 MESES	REVACINAÇÃO ANUAL
TRÍPLICE/ QUÁDRUPLA/ QUÍNTUPLA	1ª DOSE	2ª DOSE	3ª DOSE	✓
ANTIRRÁBICA			✓	✓

Vacinas essenciais para cães e gatos. Fonte: VetJr.

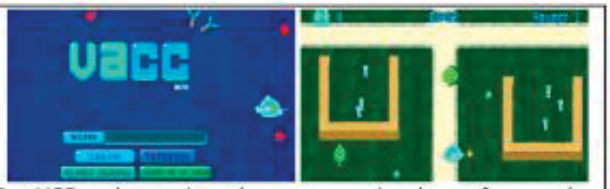
Não são apenas os animais de estimação que precisam de vacinas. A imunização de animais criados para consumo, como galinhas, porcos e bovinos, é fundamental para prevenir doenças, proteger a saúde humana e animal, assegurar a segurança alimentar e impulsionar a economia. Essa prática garante rebanhos saudáveis e produtivos, contribuindo tanto para a saúde pública quanto para o comércio global.



Outras sugestões

O vídeo "Conheça a história da vacina no Brasil!" do Canal Butantan, disponível no YouTube, narra a trajetória da vacinação no Brasil, desde a resistência e manifestações até sua aceitação como avanço científico.

A reportagem publicada pela Galileu descreve a origem da primeira vacina, criada por Edward Jenner no século XVIII, após ele observar que a varíola bovina poderia proteger contra a varíola humana.



O jogo Vacc, criado pela UFPR e USP, coloca o jogador como vacinador enfrentando obstáculos como aglomerações e fake news. Através de uma abordagem divertida, o jogo ensina sobre imunização, imunidade de rebanho e os danos do não uso de máscaras. O objetivo é vacinar todos e eliminar o vírus para vencer.

O vídeo "História das Vacinas" do canal Nerdologia aborda a evolução das vacinas, desde suas primeiras descobertas até os avanços modernos, destacando sua importância no combate a doenças e os impactos sociais na saúde pública.

Outras sugestões

Essa playlist do canal "Luz, Câmera e Ciência USP" no YouTube apresenta 4 vídeos curtos sobre vacinas: um explica como elas funcionam, e os outros três detalham os diferentes tipos de vacinas.

"O mito e o perigo do Movimento Antivacina" é um vídeo disponível no YouTube, no canal Casa do Saber, onde a bióloga e divulgadora científica Natalia Pasternak Taschner explora a história do movimento antivacina,a partir da publicação fraudulenta de Andrew Wakefield, e analisa como esse episódio continua a afetar a saúde pública.

O episódio "Ameaça Antivacina" do podcast Ciência Suja, publicado em 14/10/2021, revela a história repleta de fraudes científicas e interesses ocultos por trás do movimento antivacina, além de analisar como ele tem prejudicado o controle de infecções em todo o mundo, incluindo a COVID-19.

O canal Futura, em um vídeo disponível no YouTube, conta de maneira divertida a história do médico, bacteriologista e epidemiologista que, como sanitarista, foi fundamental na erradicação da varíola e no combate às epidemias de febre amarela no Brasil.

Exercícios
(Ver página 160)

Capítulo III
Soros: ação imediata, mas temporária

Soros: ação imediata, mas temporária

Para início de conversa...

"Por que é tão crucial receber soro após a picada de uma cobra peçonhenta? O que contém nesse imunobiológico capaz de salvar uma vida em questão de minutos?"

Sugestão de atividade 10 (ver página 145)

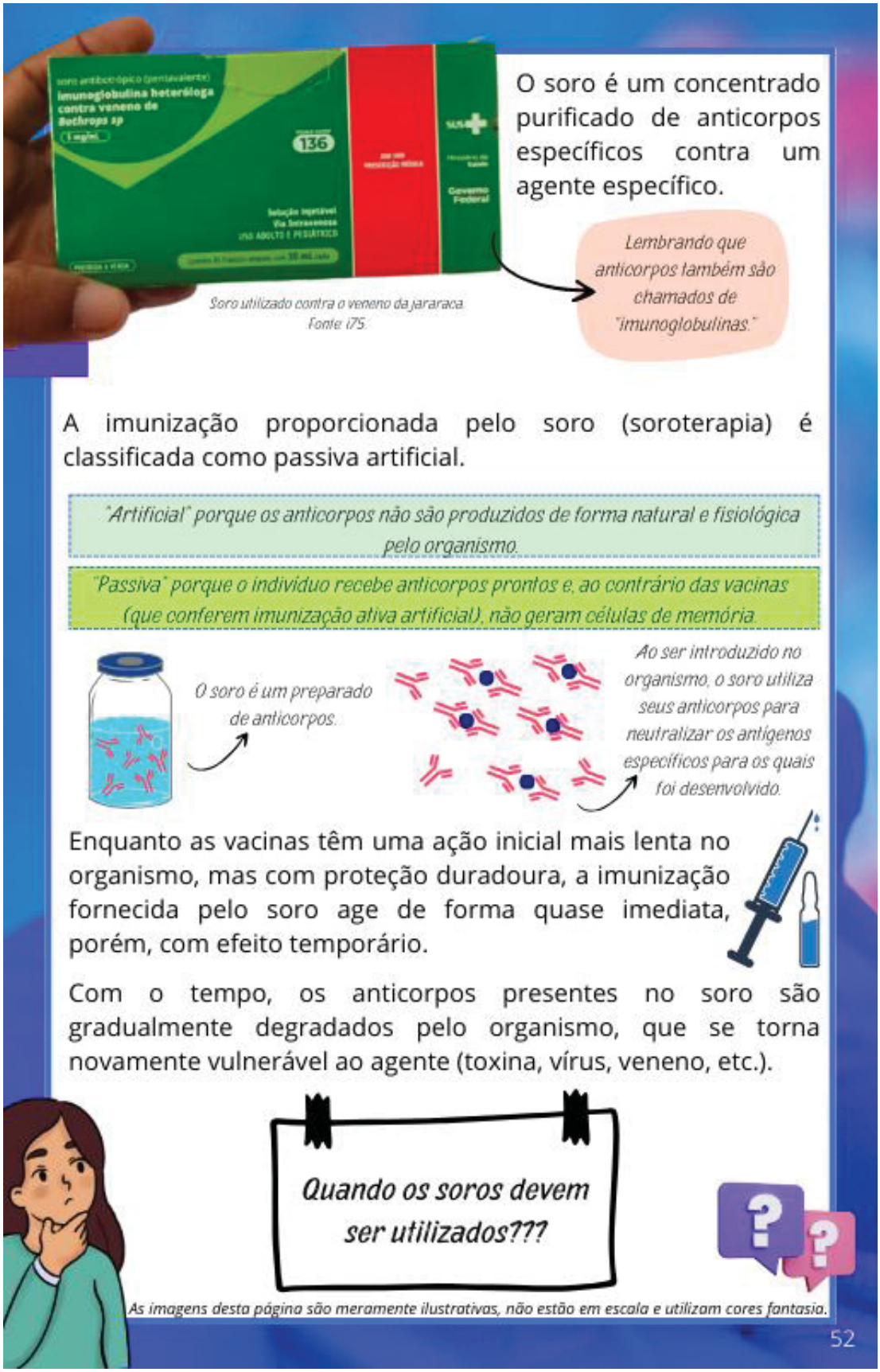
A chave dessa questão está no tipo de resposta imunológica provocada pelo soro, que é distinta da ação das vacinas.

O termo "soro" é utilizado popularmente para se referir a diferentes tipos de substâncias com composições e usos variados. Seguem alguns exemplos:

	Soro fisiológico	Soro glicosado	Soro caseiro	Soro hiperimune
Composição	Solução de cloreto de sódio (NaCl) a 0,9% em água.	Solução de glicose (geralmente 5% ou 10%) em água.	Mistura de água filtrada, sal e açúcar.	Solução contendo imunoglobulinas (anticorpos)
Uso	Hidratação, limpeza de feridas, lavagem de olhos e mucosas, e diluição de medicamentos.	Hidratação e fornecimento de energia rápida em situações de hipoglicemia ou desnutrição.	Reidratação oral em casos de diarreia ou desidratação leve a moderada.	Neutralização de toxinas, venenos ou agentes infecciosos que representam risco à saúde,
Função	Isotônica, ou seja, evita desequilíbrios osmóticos.	Fornecer glicose para o organismo (debilitado ou em jejum prolongado).	Repõe líquidos e eletrólitos perdidos pelo organismo, sendo uma alternativa simples e acessível.	Fornecem imunidade passiva ao organismo.

O foco desse e-book são os soros hiperimunes!

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.



Soro utilizado contra o veneno da jararaca.
Fonte: i7S.

O soro é um concentrado purificado de anticorpos específicos contra um agente específico.

Lembrando que anticorpos também são chamados de "imunoglobulinas."

A imunização proporcionada pelo soro (soroterapia) é classificada como passiva artificial.

"Artificial" porque os anticorpos não são produzidos de forma natural e fisiológica pelo organismo.

"Passiva" porque o indivíduo recebe anticorpos prontos e, ao contrário das vacinas (que conferem imunização ativa artificial), não geram células de memória.

O soro é um preparado de anticorpos.

Ao ser introduzido no organismo, o soro utiliza seus anticorpos para neutralizar os antígenos específicos para os quais foi desenvolvido.

Enquanto as vacinas têm uma ação inicial mais lenta no organismo, mas com proteção duradoura, a imunização fornecida pelo soro age de forma quase imediata, porém, com efeito temporário.

Com o tempo, os anticorpos presentes no soro são gradualmente degradados pelo organismo, que se torna novamente vulnerável ao agente (toxina, vírus, veneno, etc.).

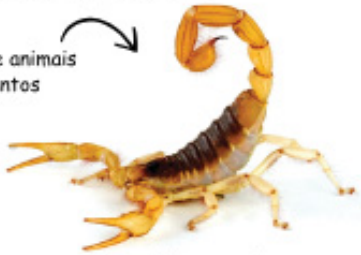
Quando os soros devem ser utilizados???

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

A soroterapia é amplamente utilizada em situações de emergência, como envenenamentos, picadas de animais que presentam **peçonha** ou exposição a doenças infecciosas graves.

Exemplos de animais peçonhentos

Aranha-marrom (*Loxosceles sp.*). Fonte: Mundo Educação.



Escorpião-amarelo (*Tityus serrulatus*). Fonte: Kelldrin

Nesses casos, o tempo é um fator crucial para preservar a saúde e a vida do paciente, tornando o soro, com sua imunidade quase imediata, a opção indicada para esse propósito.

A tabela abaixo apresenta exemplos desse imunobiológico:

Soro	Antígeno
Antirábico	Vírus da raiva
Antilonômico	Veneno de lagartas (taturanas)
Antidiftérico	Toxina da bactéria *Corynebacterium diphtheriae*
Antiescorpônico	Peçonha de escorpiões
Antitetânico	Toxina da bactéria *Clostridium tetani*
Antiaracnídico	Peçonha de aranhas
Antibotulínico	Toxina da bactéria *Clostridium botulinum*
Antiofídico	Peçonha de serpentes

Peçonha: Substância tóxica produzida por certos animais, como cobras e aranhas, armazenada em glândulas e injetada através de estruturas como dentes ou ferrões para defesa ou captura de presas.

O soro antibotrópico é um antiofídico utilizado no tratamento de envenenamentos causados por serpentes do gênero *Bothrops* (jararaca, jararacuçu, urutu, surucucu e comboia).

Exemplos de Soro. Fonte: Butantan.

Você sabia?

A imunização passiva natural ocorre quando os anticorpos da mãe são transferidos para o bebê, seja por meio da placenta durante a gestação, seja pelo leite materno durante amamentação. Esse tipo de imunização é fundamental, pois, ao nascer, o sistema imunológico do bebê ainda está imaturo, tornando-o mais vulnerável a infecções.

De onde vem os anticorpos presentes no soro?

Os soros hiperimunes podem ser classificados em:

- **Homólogos:** quando os anticorpos são produzidos por organismos da mesma espécie que será imunizada.

Imunoglobulinas humanas

- **Heterólogos:** quando os anticorpos são obtidos de organismos de espécies distintas da espécie que será imunizada.

Imunoglobulinas equinas

No caso dos seres humanos, soros homólogos (imunoglobulinas humanas) vem de doadores com altos níveis de anticorpos no sangue. Nos soros heterólogos as imunoglobulinas vem de outros animais, como cavalos, coelhos e ovelhas.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Produção de soros hiperimunes

Soros Heterólogos

Para estimular a produção de anticorpos nos animais doadores, eles são submetidos a vacinações repetidas ou expostos a toxinas de microorganismos ou de animais peçonhentos. Após alcançarem níveis elevados de anticorpos no sangue, realiza-se a coleta sanguínea, seguida pela separação do plasma e sua purificação. Para exemplificar, vamos utilizar a produção do soro antiofídico:

Etapa 1: Extração do antígeno

Nesse caso, o antígeno é a peçonha do animal. A coleta é rápida e indolor.

Confira aqui um vídeo mostrando a extração da peçonha de cobra.

Etapa 2: Inoculação do antígeno no animal

Os antígenos são aplicados em cavalos em pequenas doses (que não prejudicam a saúde do animal) para estimular a produção de anticorpos específicos contra cada veneno.

Etapa 3: Obtenção do plasma do animal

Quando se formam anticorpos suficientes no organismo do cavalo, o plasma (a parte do sangue onde ficam os anticorpos) é coletado.

Etapa 4: Processamento do plasma

Após os testes, o plasma é submetido a processamento industrial para a separação e coleta dos anticorpos, resultando na obtenção de soros específicos.

Etapa 5: Envase e acondicionamento

Os soros antiofídicos são envasados em frascos-ampola com solução líquida contendo anticorpos purificados.

As etapas da produção do soro antiofídico foram descritas com base em informações do Instituto Butantan.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Soros Homólogos

A obtenção do soro homólogo segue o mesmo processo do soro heterólogo, mas os anticorpos são extraídos do plasma de organismos da mesma espécie. No caso dos soros destinados a pessoas, o plasma é obtido de voluntários humanos.

Doador (voluntário humano)

Plasma (a parte do sangue onde ficam os anticorpos) é coletado

Após os testes, o plasma é submetido a processamento industrial para a separação e coleta dos anticorpos, resultando na obtenção de soros específicos.

O soro é envasado em frascos-ampola com solução líquida contendo anticorpos purificados.

Os doadores são pessoas com elevados níveis de anticorpos no sangue, geralmente indivíduos recentemente vacinados contra a doença. Em geral, a produção desse soro é limitada e apresenta alto custo.

Nas diversas etapas de produção, os soros (homólogos e heterólogos) passam por testes de controle de qualidade, garantindo ao final produtos seguros e eficazes.

O soro contém anticorpos que não foram produzidos pelo receptor, o que significa que são moléculas estranhas ao organismo que os recebe. Isso pode desencadear uma resposta imune adversa?

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

O uso de soros é essencial no tratamento de acidentes com animais peçonhentos, exposição a toxinas bacterianas, como nos casos de botulismo, tétano e difteria, e em possíveis contatos com os vírus da raiva e hepatite B.

Porém é importante lembrar que os anticorpos provenientes de outros animais podem ser reconhecidos pelo sistema imunológico humano como moléculas estranhas. Isso pode levar a uma resposta imunológica contra o soro, resultando em problemas como:

- rápida eliminação desses anticorpos da circulação, reduzindo a eficácia do soro;
- processos inflamatórios, como a doença do soro;
- reações alérgicas.

O sistema imunológico ataca os anticorpos heterólogos do soro, gerando uma reação inflamatória, caracterizada por sintomas como febre, dor nas articulações, erupções cutâneas e inchaço.

Doença do Soro

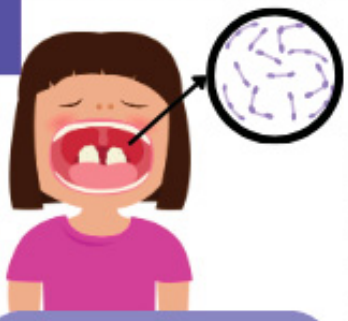
Para minimizar esses efeitos, os soros passam por processos de purificação, reduzindo componentes que poderiam causar respostas imunológicas. Além disso, em situações onde esses efeitos indesejados são um risco significativo, pode-se preferir o uso de soros homólogos.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Soros: alguns exemplos

A seguir, são apresentados alguns exemplos de soros produzidos pelo Instituto Butantan, referência nacional na fabricação desses imunobiológicos.

Soro antitoxinas bacterianas

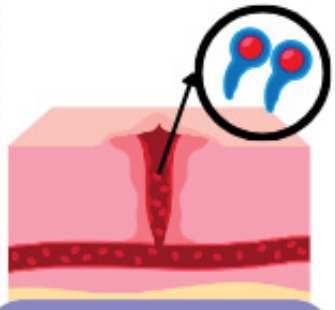


Soro antidiftérico

Utilizado no tratamento da difteria, doença contagiosa causada pela ação da toxina da bactéria *Corynebacterium diphtheriae*. Seu principal sintoma é a presença de placas branco-acinzentadas nas amígdalas. Sem tratamento adequado e imediato, a doença pode causar complicações graves, como insuficiência respiratória, problemas cardíacos, neurológicos e renais.

Utilizado no tratamento do botulismo, uma doença neuroparalítica grave causada pela toxina da bactéria *Clostridium botulinum*, que pode entrar no organismo por ferimentos ou alimentos contaminados. A toxina compromete o controle motor e pode causar insuficiência respiratória, a principal causa de morte na doença.

Soro antibotunílico



Soro antitetânico

Indicado para prevenção ou tratamento do tétano, uma doença grave e não contagiosa causada pela bactéria Clostridium tetani, que entra no organismo através de ferimentos na pele ou mucosas. Os sintomas incluem contraturas musculares, febre, rigidez abdominal e nos membros, dificuldade para abrir a boca e dores nas costas. Se não tratado adequadamente, o tétano pode ser fatal.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Soro antiviral

Soro antirrábico

Indicado para profilaxia da raiva humana após exposição ao vírus rábico (gênero *Lyssavirus*), uma doença viral grave que causa encefalite progressiva e tem alta letalidade. Transmitida pela saliva de animais infectados, principalmente por mordedura, a raiva pode causar espasmos musculares involuntários e convulsões à medida que a doença avança.

Soro antiveneno

Indicado no tratamento do envenenamento por escorpião do gênero *Tityus* (escorpiões amarelo, marrom ou preto), ou aranhas do gênero *Phoneutria* (aranha armadeira) *ou Loxosceles* (aranha marrom).

Soro antiaracnídico

Escorpião-amarelo (*Tityus serrulatus*).
Fonte: Butantan

Aranha-marrom (*Loxosceles sp.*) e (*Phoneutria sp*).
Fonte: Secretaria dde Saúde do Paraná

No caso de acidentes com escorpiões, existe também o soro antiescorpiônico.

Apesar do medo que possam gerar, os aracnídeos desempenham um papel crucial na natureza, controlando naturalmente a população de insetos e auxiliando no controle biológico de pragas, sem desequilibrar o ecossistema. A maioria deles só ataca quando se sente ameaçado.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Soro antilonômico

Indicado no tratamento do envenenamento por lagartas do gênero *Lonomia*, cujas cerdas urticantes podem causar acidentes graves ou até mortes. As lagartas fazem parte do ciclo de mariposas e borboletas, têm grande relevância para a saúde pública devido ao risco de envenenamento ao entrar em contato com a pele.

Lagartas do gênero *Lonomia* costumam ter hábitos gregários.

Lagartas do gênero *Lonomia*.
Fonte: Butantan

Indicado no tratamento de envenenamento por serpentes, o soro antiofídico varia conforme a espécie. As peçonhas de algumas serpentes afetam processos fisiológicos e bioquímicos, podenso causar alterações hemorrágicas, anticoagulantes, necróticas, etc.

Soro antiofídico

Jararaca (gênero **Bothrops**) e Cascavel (gênero *Crotalus*).
Fonte: Butantan.

Coral (gênero *Micrurus*).
Fonte: Marcos Freitas.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Você sabia?

Animais peçonhentos e venenosos: qual a diferença? Embora ambos usem toxinas para defesa ou ataque, os animais peçonhentos (como cobras, vespas e aracnídeos) injetam seu veneno por meio de presas, ferrões e espinhos. Já os animais venenosos, como certos sapos, liberam toxinas passivamente, geralmente pela pele, ao serem tocados ou ingeridos.

Tecnicamente, o termo mais adequado seria "peçonha de cobra" (ou de outro animal peçonhento), embora o uso da palavra "veneno" seja amplamente aceito, inclusive pelo Instituto Butantan. Vale lembrar que animais:

- *peçonhentos possuem estruturas específicas para injetar a peçonha (ou veneno);*
- *venenosos liberam seu veneno de forma passiva, geralmente quando são ingeridos.*

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

O soro serve como prevenção ou como tratamento de doenças?

- Relembrando:

Soro contém anticorpos prontos!

Anticorpos neutralizam antígenos (toxina, veneno, vírus)

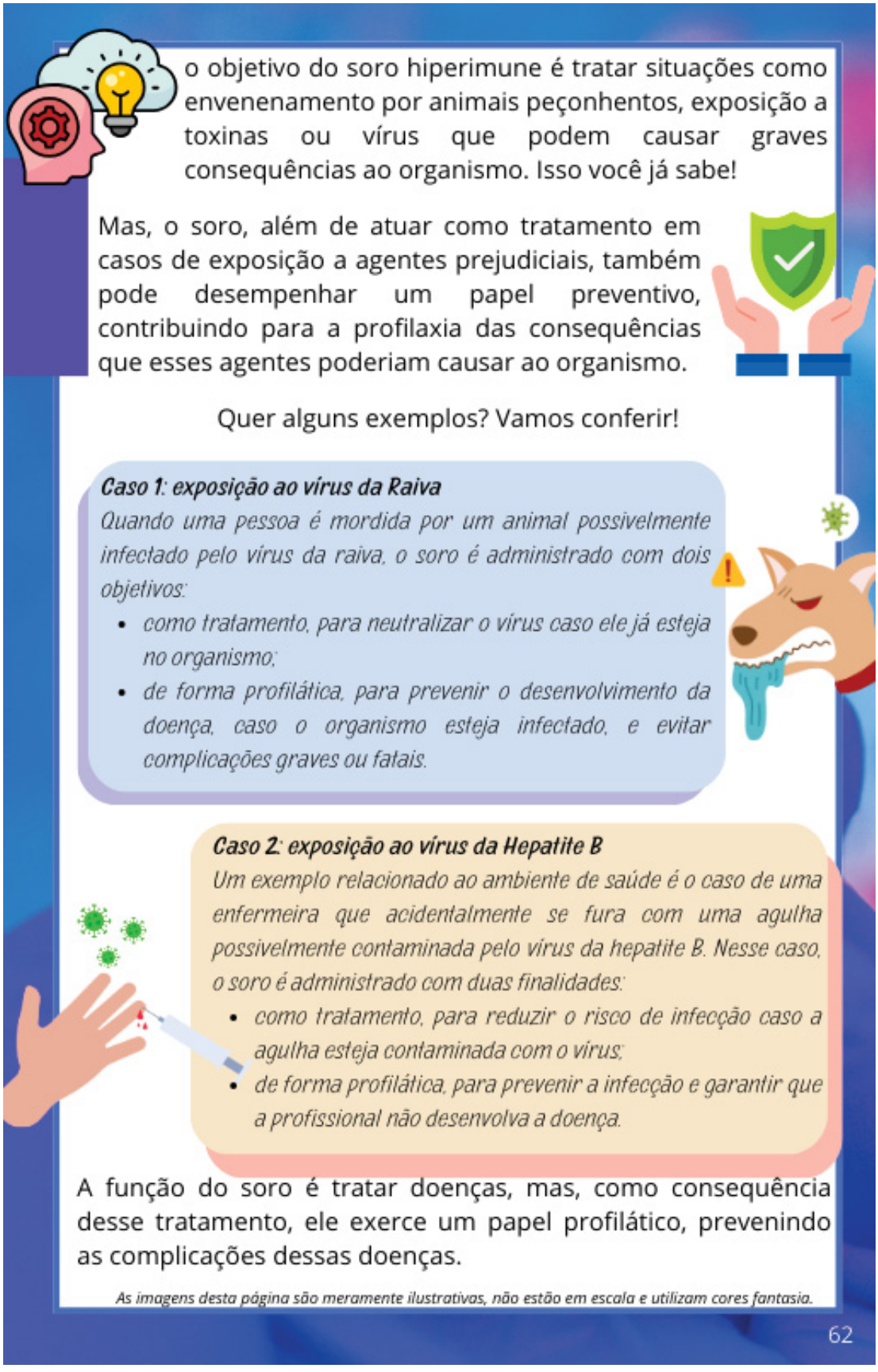
Soro - Imunização
- *rápida*
- *temporária*

Sugestão de atividade 11 (ver página 148)

Portanto, pode-se concluir que o soro é um imunobiológico terapêutico, ou seja, um medicamento empregado no tratamento e na promoção da cura.

Se o soro é utilizado como tratamento, como ele consegue prevenir a raiva?

Boa pergunta! Vamos explicar melhor!!!



o objetivo do soro hiperimune é tratar situações como envenenamento por animais peçonhentos, exposição a toxinas ou vírus que podem causar graves consequências ao organismo. Isso você já sabe!

Mas, o soro, além de atuar como tratamento em casos de exposição a agentes prejudiciais, também pode desempenhar um papel preventivo, contribuindo para a profilaxia das consequências que esses agentes poderiam causar ao organismo.

Quer alguns exemplos? Vamos conferir!

Caso 1: exposição ao vírus da Raiva

Quando uma pessoa é mordida por um animal possivelmente infectado pelo vírus da raiva, o soro é administrado com dois objetivos:

- *como tratamento, para neutralizar o vírus caso ele já esteja no organismo;*
- *de forma profilática, para prevenir o desenvolvimento da doença, caso o organismo esteja infectado, e evitar complicações graves ou fatais.*

Caso 2: exposição ao vírus da Hepatite B

Um exemplo relacionado ao ambiente de saúde é o caso de uma enfermeira que acidentalmente se fura com uma agulha possivelmente contaminada pelo vírus da hepatite B. Nesse caso, o soro é administrado com duas finalidades:

- *como tratamento, para reduzir o risco de infecção caso a agulha esteja contaminada com o vírus;*
- *de forma profilática, para prevenir a infecção e garantir que a profissional não desenvolva a doença.*

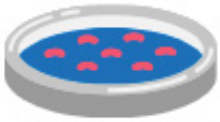
A função do soro é tratar doenças, mas, como consequência desse tratamento, ele exerce um papel profilático, prevenindo as complicações dessas doenças.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

62

A história do soro

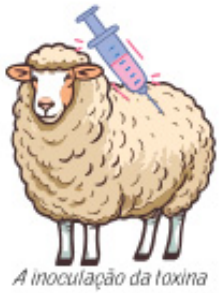
No final do século XIX, a difteria afetava a Europa. Em 1888, no Laboratório de Pasteur, Émile Roux e Alexandre Yersin descobriram que o caldo filtrado das culturas do bacilo causador da doença tinha efeito tóxico, levando à conclusão de que a bactéria produzia uma toxina.



Cultura de bacilos diftéricos tem efeito tóxico

Caldo filtrado (sem bacilos diftéricos) também tem efeito tóxico

Se caldo filtrado também tem efeito tóxico em humanos é porque o bacilo diftérico produz alguma substância tóxica



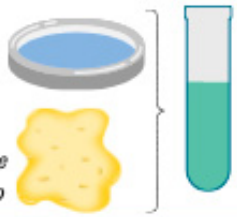
A inoculação da toxina diftérica em animais tornava o sangue deles capaz de neutralizar a toxina.

Paralelamente, no Laboratório de Koch, Emil von Behring e Paul Ehrlich pesquisavam substâncias para tratar a difteria. Eles descobriram que o sangue de animais que haviam sido inoculados com a toxina diftérica era capaz de neutralizá-la, inibindo sua ação tóxica.

Toxina do bacilo diftérico

+

Soro sanguíneo de animal imunizado



Então resolveram juntar em um tubo de ensaio a toxina e o soro sanguíneo obtido do animal imunizado e fazer alguns testes.

Soro sanguíneo:
É a parte líquida do sangue que permanece após o processo de coagulação. Contém água, proteínas, eletrólitos, hormônios e outros metabólitos, mas não possui fatores de coagulação nem células sanguíneas. Assim como o plasma, pode servir de base para obtenção de anticorpos na produção do soro imunológico.

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Foram testadas as seguintes condições em animais não imunizados:

Animal sobreviveu após receber toxina + soro sanguíneo de animal imunizado

A inoculação do líquido resultante da combinação da toxina com o soro sanguíneo do animal imunizado em um animal não imunizado foi realizada, e o animal sobreviveu.

A inoculação do soro sanguíneo antes da toxina ou até mesmo da bactéria fez com que o animal também sobrevivesse.

Animal sobreviveu após receber soro sanguíneo de animal imunizado e depois toxina (ou até mesmo bactéria)

Animal doente que recebeu toxina + soro sanguíneo foi curado

Se administrada a animais doentes, a substância (toxina + soro sanguíneo) tinha efeito terapêutico, curando os animais.

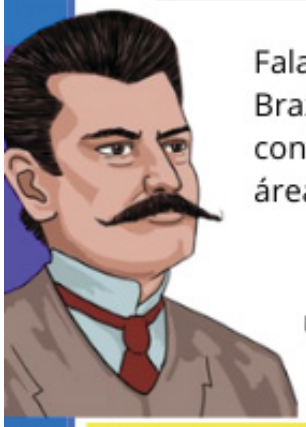
O soro imunológico foi produzido em carneiros e demonstrou capacidade de neutralizar altas concentrações da toxina. Em 1891, uma criança desenganada recebeu o soro e teve melhora dos sintomas. A partir daí, o soro começou a ser produzido e utilizado, reduzindo o número de mortes de crianças.

Emil Adolf von Behring foi o primeiro a receber o Prêmio Nobel de Medicina pelo seu trabalho na terapia com soro imunológico, especialmente na aplicação contra a difteria.

E no Brasil? Como foi a história do soro?

As imagens desta página são meramente ilustrativas, não estão em escala e utilizam cores fantasia.

Vital Brazil e o Legado dos Soros no Brasil



Vital Brazil em desenho
Fonte: Plenarinho

Falar sobre soro no Brasil e não mencionar Vital Brazil é, sem dúvida, impensável, pois sua contribuição foi fundamental para o avanço dessa área essencial da medicina.

Seu nome completo é Vital Brazil Mineiro da Campanha. "Vital" foi escolhido em homenagem a São Vital, "Brazil" pela sua nacionalidade e "Mineiro" devido ao seu nascimento em Minas Gerais, mais especificamente na cidade de Campanha, no sul do estado.

Nascido em Minas Gerais (1865), Vital Brazil foi um grande médico e pesquisador brasileiro. Um dos fundadores do Instituto Butantan, ele revolucionou o tratamento de acidentes com picadas de cobras e outros animais peçonhentos, criando soros específicos para cada tipo de veneno. Além disso, combateu epidemias e deixou um grande legado na saúde pública e na ciência no Brasil.

Em 1895, Vital Brazil mudou-se com a esposa e filha para Botucatu, São Paulo, onde começou a trabalhar como clínico e iniciou suas pesquisas sobre serpentes e seus venenos. Ele identificou as diferenças nos sintomas causados pelos envenenamentos das serpentes jararaca e cascavel.

Em 1899, com a chegada da peste bubônica ao Brasil, o governo de São Paulo decidiu fundar um laboratório para produzir o soro contra a doença. Vital Brazil, juntamente com outros médicos renomados da época, como Adolfo Lutz, Oswaldo Cruz e Emílio Ribas, foi designado para supervisionar sua instalação.

A peste bubônica é causada pela bactéria *Yersinia pestis*, normalmente encontrada nas pulgas que os ratos carregam em seu corpo

A Fazenda Butantan, localizada em uma área afastada do centro da cidade, foi escolhida para a instalação do laboratório. Assim, foi criado o Instituto Serumtherápico, que posteriormente daria origem ao Instituto Butantan.

Nesse local, Vital Brazil, como diretor, iniciou a produção do soro antipestoso no Brasil. Além disso, o médico também desenvolveu soros antiofídicos.

Dedicado aos estudos sobre serpentes, Vital Brazil avançou na criação de soros específicos para neutralizar seus venenos.

Vital Brazil realiza extração de veneno de serpente no início do século XX. Fonte: Butantan

Exemplares dos primeiros frascos de soro antiofídico produzidos no Instituto Butantan. Fonte: Butantan

Na época, enfrentou uma grande controvérsia: enquanto cientistas franceses defendiam a ideia de um único remédio para tratar todos os acidentes com cobras, Vital Brazil acreditava que cada veneno exigia um soro específico. Com o progresso do conhecimento, sua visão foi comprovada como correta.

Vital Brazil dirigiu o Instituto Butantan por 20 anos. Em 1919, mudou-se para o Rio de Janeiro, onde fundou o Instituto Vital Brazil, pioneiro na produção de soros antiescorpiônico e antiaracnídeo no país. O médico faleceu em 1950, aos 85 anos, devido a complicações causadas pela diabetes.

Banco com estátua em tamanho real do médico Vital Brasil, localizado no Parque da Ciência do Butantan. Fonte: Butantan

Onde eu consigo o soro para picada de animais peçonhentos?

A orientação é procurar o serviço de saúde mais próximo, levando o animal em recipiente fechado ou uma foto para facilitar o diagnóstico. Caso o soro não esteja disponível, o paciente será transferido para uma unidade de referência para o tratamento.

Consulte as unidades de referência na sua região.

No Brasil, os soros antipeçonhentos são produzidos pelo Instituto Butantan (SP), Fundação Ezequiel Dias (MG) e Instituto Vital Brazil (RJ), sendo distribuídos gratuitamente pelo Ministério da Saúde por meio das Secretarias Estaduais de Saúde.

FREE

Não confunda!!!

O GLOBO 100 | Saúde

Soroterapia: febre no Brasil, infusão de nutrientes é condenada por médicos; veja como funciona

Procedimento viral nas redes sociais é contraindicado por especialistas por não apresentar eficácia comprovada cientificamente

Disponível em: https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2024/04/21/soroterapia-febre-no-brasil-infusao-de-nutrientes-e-condenada-por-medicos-veja-como-funciona.ghtml (acesso em 13/01/2025)

O termo "soroterapia" também pode se referir à administração intravenosa de substâncias que não contêm anticorpos, como vitaminas, sais minerais, antioxidantes ou medicamentos. No entanto, essa aplicação não está relacionada à soroterapia imunológica abordada neste capítulo.

Saiba mais

Acidentes com animais peçonhentos

Acidentes com animais peçonhentos fazem parte da lista de doenças tropicais negligenciadas da Organização Mundial da Saúde (OMS) e também estão incluídos na Lista de Notificação Compulsória do Brasil. Isso significa que todos os casos devem ser imediatamente informados ao Governo Federal, o que permite a implementação de estratégias e ações de prevenção.

Acidentes com animais peçonhentos

O que fazer?

- Lavar o local da picada com água e sabão;
- Não fazer torniquete ou garrote no local;
- Não furar, cortar ou queimar, espremer ou fazer sucção no local da ferida;
- Não aplicar folhas, pó de café ou terra para não provocar infecções;
- Não ingerir bebida alcoólica, querosene, ou fumo, como é costume em algumas regiões do país;
- Levar a vítima imediatamente ao serviço de saúde mais próximo para que possa receber o tratamento adequado em tempo;
- Se possível, levar animal armazenado em algum recipiente fechado ou uma foto nítida dele para ajudar no diagnóstico.

Apesar do medo que muitas pessoas têm, as cobras só atacam quando ameaçadas ou com fome, e nem todas são peçonhentas. Elas têm um papel crucial na cadeia alimentar, sendo predadoras de diversas espécies, como ratos, peixes e insetos, e presas para aves, répteis e mamíferos. A extinção das cobras causaria desequilíbrios graves, como a proliferação de pragas e a falta de alimento para várias espécies.

Jiboia arco-íris da Caatinga (*Epicrates assisi*), espécie não peçonhenta. Fonte: Carlos Eduardo Cunha

Saiba mais

"A naja de Brasília"

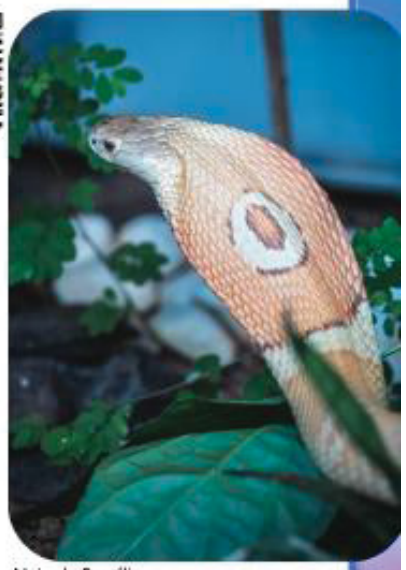
Em julho de 2020, um estudante de medicina veterinária foi mordido por uma cobra Naja no Distrito Federal, sendo hospitalizado em estado grave. O caso chamou a atenção nacional ao expor um esquema de tráfico de animais.

MENU g1

Acidente com cobra naja que deixou estudante em coma revela esquema de tráfico de animais, diz polícia do DF

Por Afonso Ferreira, G1 DF
09/07/2020 19h07 · Atualizado há 4 anos

O estudante, que ficou em coma, teve sorte! Como as najas não são nativas do Brasil, o país não produz soro antiofídico específico para o veneno dessa espécie. Porém o Instituto Butantan conseguiu doar doses do soro para o rapaz. O instituto mantém uma reserva de emergência para acidentes com cobras utilizadas em seus estudos.



Naja de Brasília.
Fonte: Ivan Mattos, Zoológico de Brasília.

Atualmente, a "Naja de Brasília" é a "Naja do Butantan"! O animal foi resgatado e se tornou uma celebridade no Instituto, onde foi batizado de "Nadja".

Parece que outra naja do Butantan também decidiu sair do anonimato! O filhote, sem parentesco com a "Nadja", passou um mês escondido nas tubulações do laboratório onde vivia, ganhando destaque nas notícias!

MENU g1

Instituto Butantan investiga sumiço de filhote de naja

Naja de Brasília.
Fonte: Ivan Mattos, Zoológico de Brasília.

Saiba mais

Animais peçonhentos x Animais venenosos

Vamos relembrar esses conceitos:

Peçonha

- Origem animal.
- Animais peçonhentos Inoculam toxinas na vítima por estruturas naturais (como dentes, espinhos, ferrões, cerdas, etc).

Veneno

- Origem animal, vegetal ou mineral.
- Animais venenosos ministram suas secreções passivamente, quando outras criaturas as tocam ou as ingerem.

Animais peçonhentos:

Alguns aracnídeos

Algumas abelhas e vespas

Algumas cobras

Lóris

Cnidários

Animais venenosos:

Baiacus

Alguns anfíbios

Algumas lagartas

Nem todos os animais peçonhentos e venenosos possuem soros específicos. Evite manusear esses organismos. Em caso de acidente, busque atendimento médico imediatamente!

Saiba mais

Soro e Plasma

Qual a diferença entre sangue, plasma, soro sanguíneo e soro hiperimune? Confuso? Vamos entender melhor:

O sangue é constituído por uma parte líquida, chamada plasma, composta por água, sais, vitaminas e fatores de coagulação, na qual estão suspensas as partes sólidas: hemácias, leucócitos e plaquetas. A separação desses componentes é realizada por um processo chamado centrifugação, utilizado para separar ou concentrar materiais suspensos em uma solução.

- A centrifugação do sangue com anticoagulante forma o plasma.
- A centrifugação do sangue sem anticoagulante forma o soro (sanguíneo).

Então o soro sanguíneo é o plasma sanguíneo sem fatores de coagulação.

Os anticorpos do soro hiperimune podem ser extraídos tanto do plasma quanto do soro sanguíneo. No entanto, o plasma é geralmente preferido, pois contém uma maior concentração de anticorpos.

Outras sugestões

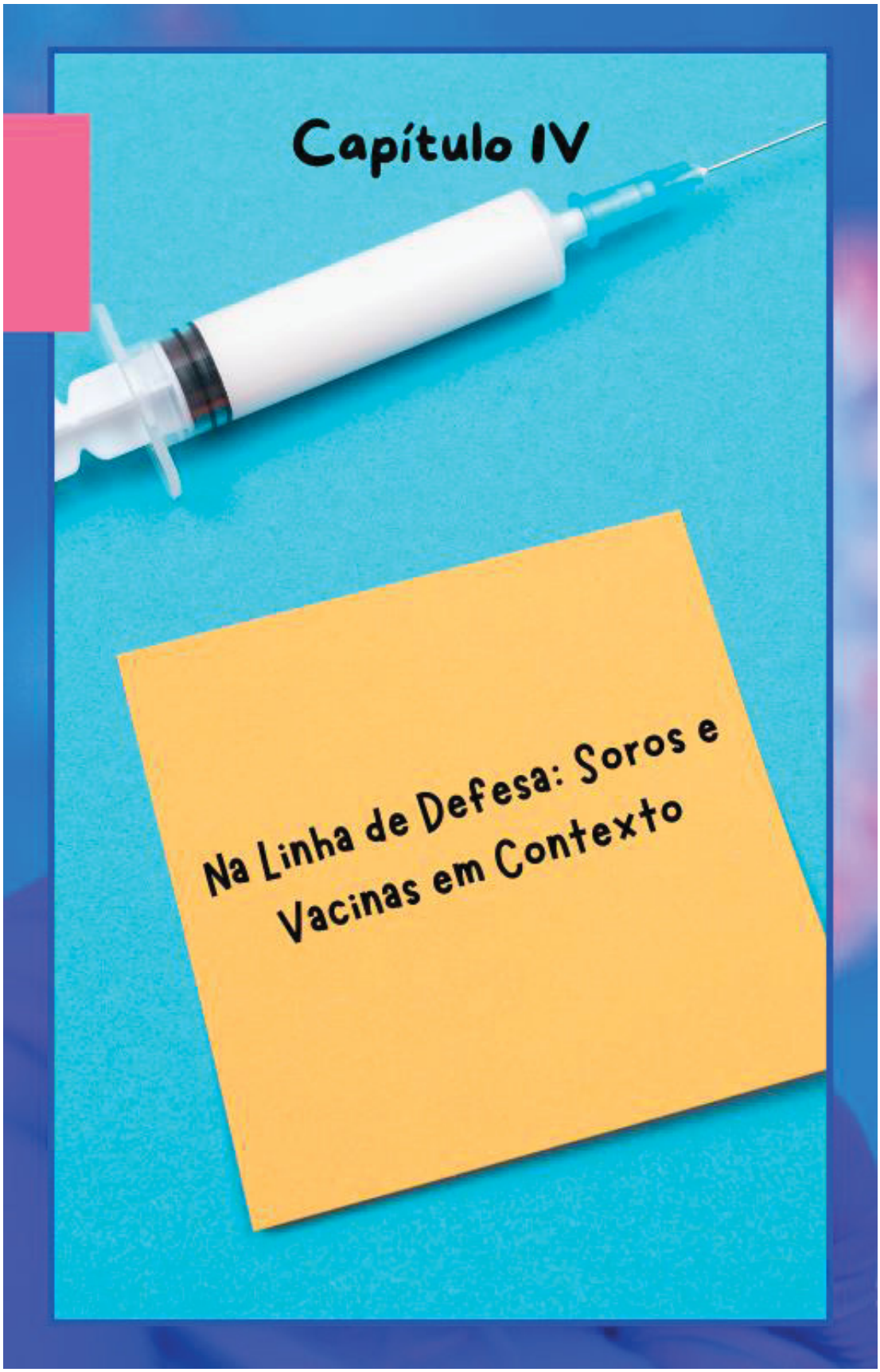
O vídeo "Como é FABRICADO o SORO contra PICADA de COBRA", do Canal Manual do Mundo, mostra a produção do soro antiofídico, com cenas gravadas no Instituto Butantan.

O episódio da série Cientistas, disponível no YouTube (Canal TV Cultura), aborda a criação do Instituto Butantan em 1889, inicialmente para combater a peste bubônica em Santos. O instituto cresceu, se tornando crucial no desenvolvimento de soros e medicamentos. O episódio também acompanha o biólogo Carlos Jared em uma expedição na Mata Atlântica, onde ele encontra anfíbios venenosos, cujas substâncias podem ser úteis para a criação de novos remédios.

O vídeo integra a série Um Cientista, uma História, exibida pelo Canal Futura e produzida em parceria com o Serviço Social da Indústria (SESI). A produção revela as descobertas do médico e cientista Vital Brazil, que, ao lado de Oswaldo Cruz e Adolfo Lutz, participou de uma batalha contra epidemias no final do século XIX e aprimorou o processo de produção do soro antiofídico.

A matéria publicada pela National Geographic explica, de forma simples e acessível, as diferenças entre animais peçonhentos e venenosos.

Exercícios
(Ver página 167)


Capítulo IV
Na Linha de Defesa: Soros e Vacinas em Contexto

Na Linha de Defesa: Soros e Vacinas em Contexto

Para início de conversa...

E se existisse uma vacina contra a ação da cocaína no organismo? Que efeitos isso teria na sociedade, principalmente no combate à dependência química, e quais seriam os desafios éticos e sociais dessa abordagem?

Uma vacina contra os efeitos da cocaína poderia revolucionar o tratamento da dependência química, mas também traria desafios éticos no respeito à autonomia do indivíduo.

Opa! parece que a vacina já existe!

CNN BRASIL

Vacina da UFMG contra a dependência de cocaína e crack vence o Prêmio Euro

A conquista garantiu o prêmio de 500 mil euros para a Universidade mineira

Daniela Mallmann, da CNN
19/10/2023 às 17:55

Matéria publicada no site CNN Brasil em 19/10/23.

Virou notícia!

A vacina Calixcoca, desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e vencedora do Prêmio Euro Inovação na Saúde em 2023, estimula o sistema imunológico a gerar anticorpos que se ligam à cocaína, evitando que ela chegue ao cérebro. Isso bloqueia as reações cerebrais que estimulam a dependência. Até janeiro de 2025, a vacina estava em fase de testes.

Vacina Calixcoca.
Fonte: FAPEMIG

Atualmente, também há pesquisas em andamento para o desenvolvimento de vacinas contra drogas como nicotina, heroína e metanfetaminas. Esses medicamentos têm como objetivo bloquear os efeitos das substâncias no cérebro, propondo novas abordagens no tratamento da dependência química.

O enfrentamento dos problemas com drogas requer uma abordagem integrada, que inclua prevenção, tratamento, reabilitação e apoio social, respaldada por políticas públicas que englobem saúde, educação e segurança.

Você sabia?

Você achava que as vacinas serviam apenas para prevenir doenças infecciosas causadas por vírus e bactérias? Surpreendentemente, avanços recentes ampliaram o alcance das vacinas para tratar condições inesperadas. Entre elas, destacam-se o câncer, alergias, doenças autoimunes e verminoses. Além disso, há iniciativas promissoras em desenvolvimento, como vacinas voltadas ao controle da obesidade. Esses avanços não apenas transformam a maneira como enfrentamos desafios de saúde, mas também mostram como o potencial das vacinas vai muito além da imunização tradicional.

Vacinas e Soros: uma comparação dos imunobiológicos

Antes de explorar outras aplicações práticas dos imunobiológicos, vamos analisar e comparar alguns conceitos relacionados a vacinas e soros.

Vacina

- Uso preventivo (profilático)
- Contém antígenos
- Imunização ativa artificial
- Resposta lenta
- Ação duradoura

Forma células de memória.

Soro

- Uso terapêutico (cura)
- Contém anticorpos
- Imunização passiva artificial
- Resposta imediata
- Ação temporária

Os anticorpos contidos no soro são degradados pelo organismo após um período de tempo.

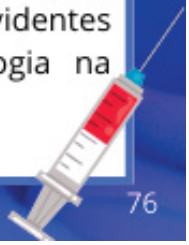
O soro pode atuar de forma profilática, prevenindo sintomas graves após a exposição a agentes como o vírus da raiva ou a bactéria do tétano, mas ainda é caracterizado como um tratamento.

Vamos aproveitar para revisar os tipos de imunização:

Sugestão de atividade 12 (ver página 151)

	Ativa	Passiva
Natural	Após infecção	Transferência de anticorpos pela placenta e leite materno
Artificial	Após vacinação	Transferência de anticorpos por soroterapia

Soros e vacinas, com suas funções distintas, são exemplos evidentes do impacto da biotecnologia na saúde humana.



Imunobiológicos na Prática

Na saúde pública, os soros e as vacinas têm papéis essenciais na prevenção e no tratamento de doenças. Vamos explorar como esses imunobiológicos atuam em conjunto no combate à raiva.

Raiva

Sugestão de atividade 13 (ver página 152)

Caso 1 **Qual imunobiológico usar?**

Ana, 14 anos, mora em uma área rural e foi mordida por um cão da vizinhança que não tem histórico de vacinação antirrábica e desapareceu após o incidente. A mordida foi de raspão no braço e, mesmo não sendo profunda, causou um leve sangramento. Ana foi levada ao hospital.

- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

O que você acredita que seria a melhor solução nessa situação?

Antes de avaliar se você pensou corretamente no uso de soros e vacinas, vamos entender melhor a doença.

Virou notícia!

veja SAÚDE

Raiva humana: morre mulher que foi mordida por sagui em Pernambuco

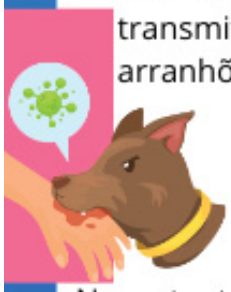
Paciente não seguiu o tratamento indicado. Raiva é curável se for tratada cedo, mas é fatal em 100% dos casos em que os sintomas aparecem

Por **Maurício Brum**
13 jan 2025, 13h42

Disponível em https://saude.abril.com.br/medicina/raiva-humana-morre-mulher-que-foi-mordida-por-sagui-em-pernambuco (acesso em 15/01/24)

A publicação acima, datada de 13 de janeiro de 2025, serve como um alerta sobre a gravidade da infecção causada pelo vírus da raiva.

A raiva é uma zoonose altamente letal, causada por vírus do gênero *Lyssavirus*. Ela afeta mamíferos, com maior incidência em morcegos, cães, gatos, bovinos e macacos, sendo transmitida aos seres humanos por meio de mordidas, arranhões ou contato com a saliva de animais infectados.



A doença apresenta uma taxa de mortalidade de quase 100% nos casos que avançam para a fase sintomática.

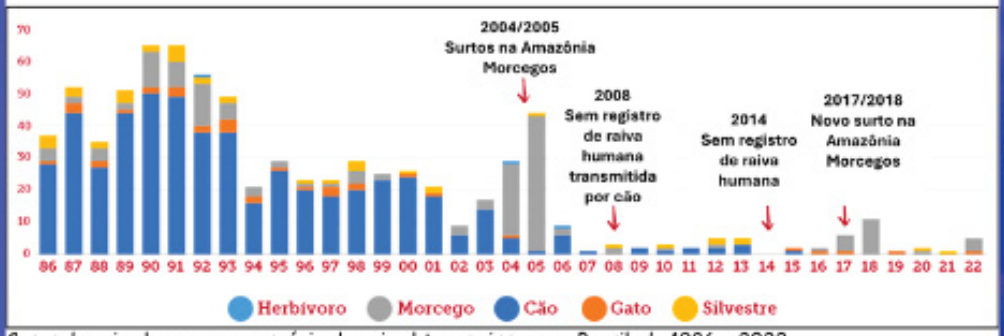
No entanto, essa evolução é completamente prevenível com a vacinação e o tratamento profilático adequado após a exposição ao vírus.

Sintomas da raiva.
Fonte: Butantan.

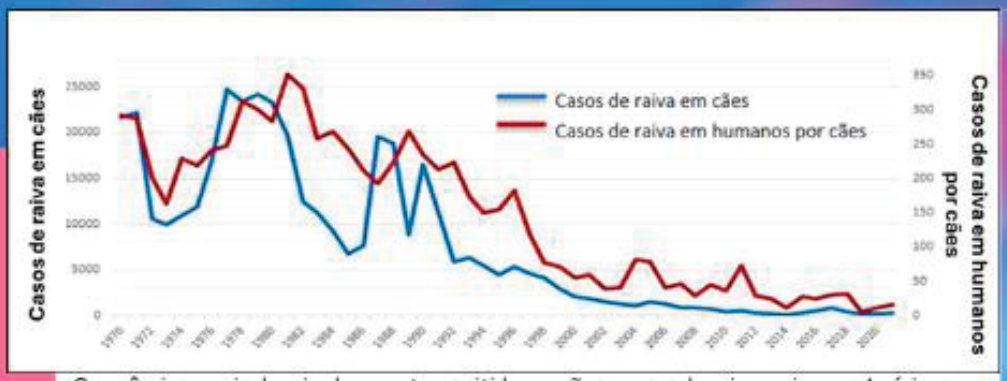
O vírus da raiva compromete o sistema nervoso central do organismo contaminado, podendo gerar mudanças comportamentais, confusão mental, irritabilidade, tremores entre outros sintomas.

As campanhas de vacinação antirrábica para cães e gatos, iniciadas nos anos 80, ajudaram a controlar o vírus nas áreas urbanas do Brasil, reduzindo significativamente os índices de infecção e morte por raiva.

Dia mundial contra a raiva.
Fonte: OPAS.



Casos de raiva humana por espécie de animal transmissora no Brasil, de 1986 a 2022.
Fonte: Ministério da Saúde.



Ocorrências anuais de raiva humana transmitida por cães e casos de raiva canina nas Américas.
Fonte: 17ª Reunião de diretores dos Programas de Raiva das Américas (REDIPRA17).

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), estima-se que o vírus da raiva cause cerca de 60.000 mortes por ano em todo o mundo.

Como prevenir a raiva?

A vacinação anual de animais é a forma mais eficaz de prevenção da raiva.

Campanha Nacional de Vacinação de animais contra raiva.
Fonte: Ministério da Saúde.

E a vacinação humana?

A vacinação contra a raiva humana é indicada em dois casos:

- ***Pré-exposição*** - recomendada para profissionais com alto risco de contato com o vírus rábico, como veterinários, biólogos, tratadores de animais e trabalhadores em zoológicos.

- ***Pós-exposição*** - destinada a pessoas atacadas por animais suspeitos ou confirmados com raiva, visando prevenir o desenvolvimento da doença.

Se a raiva é uma doença tão grave, por que a vacina pré-exposição não integra o calendário de vacinação? E por que está disponível apenas para um grupo restrito de pessoas?

A vacinação universal contra a raiva em humanos é desnecessária devido:

- ao baixo risco para a maioria da população;
- ao elevado custo na produção e distribuição de vacinas;
- à eficácia do controle por meio da vacinação de animais.

Além disso, a imunização pós-exposição, acompanhada de tratamento adequado, é extremamente eficaz na prevenção da doença.

Vacina pós-exposição? Não seria soro?

Em casos de acidentes envolvendo animais possivelmente contaminados com o vírus da raiva, o tratamento consiste na aplicação de vacina e soro.

Vacina e soro contra a raiva humana.
Fonte: Butantan.

A resposta imunológica adaptativa, estimulada pela vacina, leva cerca de 15 dias para produzir a quantidade necessária de anticorpos. Durante esse tempo, o soro fornece anticorpos prontos para agir e neutralizar o vírus, enquanto os anticorpos induzidos pela vacina ainda não estão disponíveis.

Vacina e soro antirrábicos: estratégias complementares e essenciais para prevenir a disseminação do vírus e o desenvolvimento da doença.

Vacina + Soro

A raiva pode se manifestar em humanos dentro de um período de até 45 dias. Durante esse tempo, a vacina pós-exposição estimula a produção de anticorpos protetores, enquanto o soro atua neutralizando o vírus no organismo.

Pós-exposição ao vírus rábico

O vírus da raiva é capaz de infectar exclusivamente mamíferos. Diante de mordeduras ou arranhaduras de animais, é fundamental buscar atendimento médico imediato, já que o tratamento pós-exposição ao vírus depende de cada situação.

A seguir, exemplificamos três situações distintas.

Apenas profissionais de saúde estão capacitados para realizar o diagnóstico adequado. Em caso de acidente, não tente fazer a avaliação por conta própria; procure imediatamente uma unidade de saúde.

Ferimento causado por cães ou gatos passíveis de observação e sem sinais de raiva:

- lavar ferimento com água e sabão
- observar animal por 10 dias
  - se animal permanecer saudável: não aplicar imunobiológico
  - se animal não permanecer saudável:
    1. aplicar apenas vacina (ferimento leve)
    2. aplicar vacina e soro (ferimento grave)

Ferimento causado por cães ou gatos NÃO passíveis de observação ou que apresentem sinais de raiva:

- ferimento leve: aplicar apenas vacina
- ferimento grave: aplicar vacina e soro

Ferimento causado por mamíferos silvestres:

- aplicar vacina e soro independente da gravidade da lesão

Informações adaptadas do site do Ministério da Saúde.

Quando há necessidade de aplicação de soro e/ou vacina, é crucial que a intervenção seja realizada rapidamente para impedir a replicação do vírus e sua progressão até o sistema nervoso central.

O protocolo de profilaxia contra a raiva inclui a vacinação de animais domésticos, vigilância de animais silvestres e educação em saúde, alinhando-se aos princípios de Saúde Única ao integrar a saúde humana, animal e ambiental.

É fascinante observar os animais em seu habitat natural, não é? Porém, evite qualquer interação direta: não os alimente, não toque e mantenha-se afastado. Admire-os de longe e, se quiser, registre com o celular. O contato próximo pode trazer riscos, como a transmissão de doenças, incluindo a raiva.

E o caso da Ana, que foi mordida por um cachorro fujão? Nessa situação, como o machucado não foi grave, ela receberia apenas a vacina antirrábica.

Caso 1 **Qual imunobiológico usar?**

Ana, 14 anos, mora em uma área rural e foi mordida por um cão da vizinhança que não tem histórico de vacinação antirrábica e desapareceu após o incidente. A mordida foi de raspão no braço e, mesmo não sendo profunda, causou um leve sangramento. Ana foi levada ao hospital.

- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

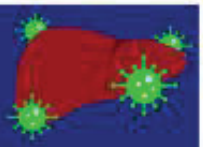
Assim como no protocolo de prevenção da raiva, a profilaxia contra a hepatite B e o tétano também pode incluir tanto a vacina quanto o soro, dependendo de cada situação.

Hepatite B

E, nessa situação, o que você considera que deveria ser feito?

Caso 2 **Qual imunobiológico usar?**

Cláudia contraiu hepatite B do namorado após uma relação sexual desprotegida. Grávida de cinco meses, informou sua situação ao médico, que, com muita atenção, a orientou sobre o tratamento da doença e os procedimentos necessários para prevenir a transmissão ao bebê.



- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

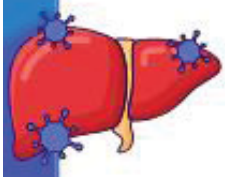
A hepatite B, uma das cinco formas de hepatite, é causada pelo vírus HBV (sigla em inglês para "*Hepatitis B Virus*") e, quando evolui para a fase **crônica**, não possui cura definitiva.

Campanha Julho Amarelo contra hepatites virais.
Fonte: FioCruz

Doença crônica:
Condição de longa duração, sem cura na maioria dos casos, mas que pode ser controlada com tratamento e acompanhamento médico. Doença de desenvolvimento lento e longa duração.

Campanha de vacinação contra hepatite B.
Fonte: Ministério da Saúde.

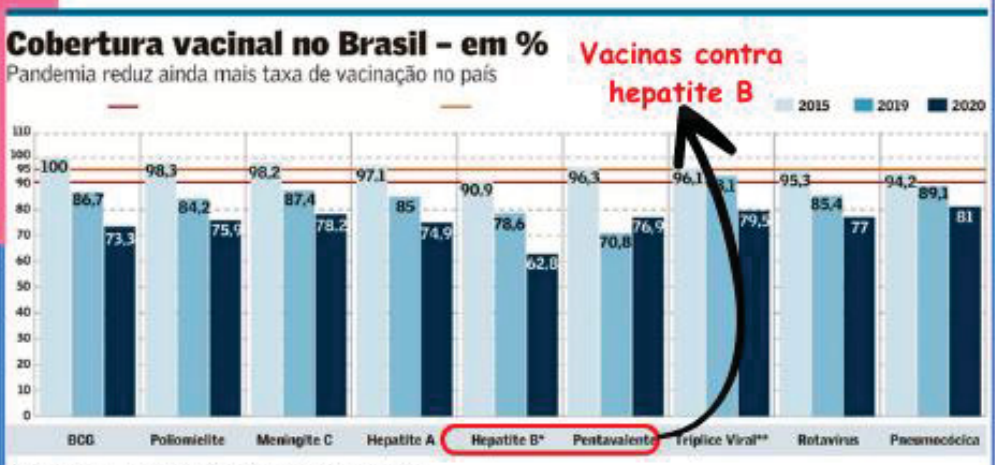
O vírus HBV é transmitido principalmente por via sexual, pelo compartilhamento de seringas, por procedimentos como tatuagens e *piercings* realizados sem biossegurança e pela transmissão vertical, que ocorre da mãe para o filho durante a gestação ou o parto.



Pessoas com hepatite B crônica podem desenvolver doença hepática progressiva, incluindo complicações como cirrose e câncer de fígado, necessitando de tratamento prolongado. Apenas 1% dos casos crônicos alcançam a cura após anos de uso de antivirais.

A principal forma de prevenção é a vacinação, que faz parte do Programa Nacional de Imunizações (PNI). O imunizante deve ser administrado em quatro doses: nas primeiras horas após o nascimento, e aos dois, quatro e seis meses de idade.

No Brasil, a cobertura vacinal, incluindo a imunização contra a hepatite B, sofreu uma queda expressiva, particularmente durante a pandemia de COVID-19.



Cobertura vacinal no Brasil entre 215 e 2020.
Fonte: Plano Nacional de Imunização (PNI)/DataSUS/Ieps *Em crianças de até 30 dias **1ª dose

De acordo com o Ministério da Saúde, após o lançamento do "Movimento Nacional pela Vacinação" em 2023, a cobertura vacinal começou a aumentar novamente. A taxa de vacinação da primeira dose contra a hepatite B atingiu 77% em 2023 e chegou a 80% até agosto de 2024.

Embora as vacinas contra a hepatite B sejam altamente eficazes, cerca de 5% a 10% dos indivíduos vacinados não atingem níveis adequados de anticorpos no sangue após a imunização.

? Quando o soro contra a hepatite B deve ser utilizado?

- Considere a seguinte situação:

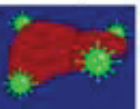
Camila, técnica de enfermagem no Hospital de Clínicas, descobriu em exames de rotina que não desenvolve anticorpos contra a hepatite B. Mesmo após repetir a série vacinal, recebendo um total de seis doses, seu sangue continuou sem anticorpos contra o vírus HBV. Em um acidente de trabalho, ela se perfurou com uma seringa possivelmente contaminada pelo sangue de um paciente com a doença. Nesse caso, a administração do soro torna-se indispensável.

Outros casos em que é necessário utilizar o soro contra a hepatite B:

- em recém-nascidos expostos à hepatite B durante a gestação;
- em pessoas sem esquema vacinal completo em casos de contato com sangue de indivíduos contaminados, contato sexual desprotegido;
- como parte do protocolo para vítimas de estupro.

Caso 2 **Qual imunobiológico usar?**

Cláudia contraiu hepatite B do namorado após uma relação sexual desprotegida. Grávida de cinco meses, informou sua situação ao médico, que, com muita atenção, a orientou sobre o tratamento da doença e os procedimentos necessários para prevenir a transmissão ao bebê.



- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

Nesse caso, o bebê de Claudia deve receber, nas primeiras 12 horas de vida, a vacina contra hepatite B e o soro (imunoglobulina IGHAHB) para reduzir o risco de transmissão.

Vacina terapêutica? As vacinas não são preventivas?

Portal do Butantan **NOTÍCIAS** Acompanhe as novidades do Butantan e da saúde pública do Brasil

Cientistas estudam desenvolvimento de vacina terapêutica

Sim, as vacinas são imunobiológicos profiláticos, ou seja, destinadas à prevenção de doenças.

No entanto, a vacina VTP-300 propõe uma abordagem diferente: estimular os linfócitos T CD8+ a destruírem células infectadas no fígado e silenciar o DNA viral do vírus da hepatite B nas células hepáticas, avançando em direção à cura da doença. Se bem-sucedida, a VTP-300 poderá se tornar uma vacina com potencial curativo, semelhante aos soros.

Tétano

Caso 3 **Qual imunobiológico usar?**

Ricardo estava limpando o quintal da avó quando, ao mexer em alguns entulhos, se feriu com um prego. Preocupada, Cleusa, sua avó, o alertou sobre o risco de tétano e o levou até a unidade de saúde para que as medidas necessárias fossem tomadas. Ricardo havia recebido o reforço da vacina antitetânica há 2 anos.

- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

O que você acha que será indicado para Ricardo nesse caso?

O tétano é uma doença grave e não contagiosa. Diferentemente da raiva e da hepatite B, que são doenças virais, é causado pela bactéria *Clostridium tetani*..

A bactéria, que pode estar presente no solo, na poeira e nas fezes de animais, entra no organismo por meio de ferimentos. Dentro do corpo, ela produz toxinas que são transportadas até o sistema nervoso central.

Coto umbilical: parte do cordão umbilical que permanece após o nascimento, quando o cordão é cortado.

Causado pela mesma bactéria, o tétano neonatal afeta recém-nascidos e está relacionado a partos realizados em condições inadequadas, bem como à contaminação do **coto umbilical** devido à má higienização.

Geralmente, os casos de tétano neonatal estão associados à dificuldade de acesso a serviços de saúde de qualidade.

Você sabia?

Muitas pessoas ainda associam o tétano à ferrugem, acreditando que objetos enferrujados causam a doença. Porém, isso não é verdade! A ferrugem não é a causa do tétano. Qualquer objeto contaminado com a bactéria *Clostridium tetani* pode transmitir a doença, desde que cause um ferimento. Um prego enferrujado não é a causa do tétano, mas pode ser considerado um indicativo de risco, pois pode estar contaminado com esporos da bactéria. No entanto, o risco é o mesmo para um caco de vidro ou qualquer outro objeto perfurante.

São sintomas do tétano:

"Tetanus Following Gunshot Wounds", de Charles Bell, 1809, ilustra um soldado com complicações decorrentes de tétano. Fonte: Wikimedia Commons.

Rigidez muscular em todo o corpo (principalmente no pescoço), dificuldade para abrir a boca (trismo) e engolir, espasmos musculares, sudorese, entre outros. A contratura muscular pode atingir os músculos respiratórios e pôr em risco a vida da pessoa.

3 vacinas diferentes contra o tétano!

A principal prevenção contra o tétano é a imunização, iniciada com a vacina pentavalente no primeiro ano de vida, seguida de reforços com a DTP aos 15 meses e 4 anos. Após os 4 anos, a vacina dT deve ser aplicada a cada 10 anos, com reforço antecipado em casos de ferimentos graves ou gestação, se a última dose foi há mais de cinco anos.

No Brasil, cerca de 30 em cada 100 pessoas contaminadas com tétano morrem.

? Em quais situações o soro antitetânico deve ser usado?

O soro antitetânico é destinado:

- ✓ *Ao tratamento de pacientes com tétano acidental ou neonatal;*
- ✓ *Ao tratamento de pacientes com ferimento com alto risco de tétano:*
  - *não vacinados;*
  - *com vacinação incerta ou com menos de três doses;*
  - *vacinados há mais de 10 anos.*

O caso de Ricardo pode ter diferentes desfechos!

Caso 3 — Qual imunobiológico usar?

Ricardo estava limpando o quintal da avó quando, ao mexer em alguns entulhos, se feriu com um prego. Preocupada, Cleusa, sua avó, o alertou sobre o risco de tétano e o levou até a unidade de saúde para que as medidas necessárias fossem tomadas. Ricardo havia recebido o reforço da vacina antitetânica há 2 anos.

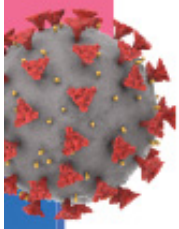
- ☐ Vacina
- ☐ Soro
- ☐ Vacina e Soro
- ☐ Nenhum

1. Como está com a vacina antitetânica em dia, ele pode não precisar de nenhum imunobiológico.
2. Caso o profissional de saúde considere necessário, ele pode optar por aplicar o soro antitetânico, dependendo da gravidade do ferimento.

COVID-19

Em relação à Covid-19?

É fundamental destacar o papel dos imunobiológicos no combate à pandemia, sua contribuição contínua para o controle do vírus e seu potencial no tratamento da doença.



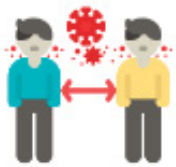
Covid-19

A Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, é uma doença respiratória infecciosa altamente transmissível, com potencial para quadros graves.

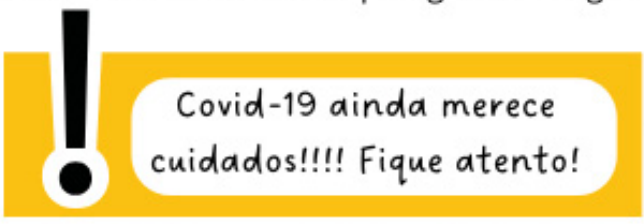
Pertencente à família dos coronavírus (CoV), o SARS-CoV-2 foi identificado pela primeira vez em Wuhan, China, em dezembro de 2019. Sua rápida disseminação global levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a declarar a Covid-19 como pandemia em março de 2020.

A infecção por Covid-19 ocorre principalmente pelo contato com gotículas de saliva, liberadas ao falar, tossir ou espirrar, de por pessoas infectadas.

Por esse motivo, durante a pandemia, fomos orientados a usar máscaras e a manter o distanciamento social em locais públicos.



Lavar as mãos regularmente com água e sabão e, quando necessário, usar álcool em gel são medidas essenciais para descontaminar as mãos, pois elas podem transportar o vírus até a boca, nariz ou olhos, facilitando a entrada do patógeno no organismo.

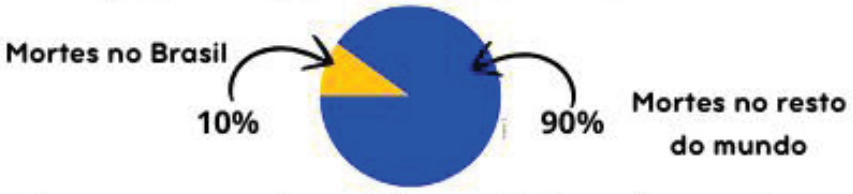


A COVID-19 pode causar uma ampla gama de sintomas, embora também possa ocorrer de forma assintomática. A seguir, estão listados alguns dos sintomas mais comuns.

Sintomas associados à covid-19. Fonte: BBC News Brasil.

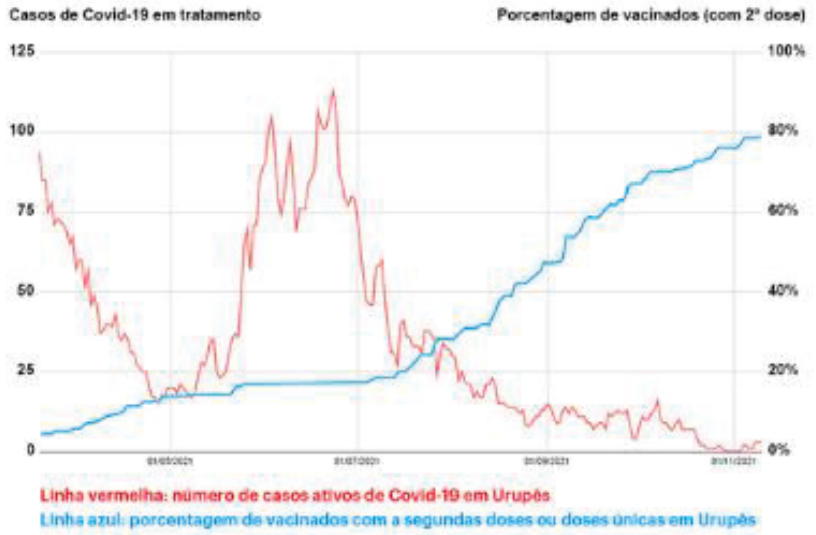
A vacinação contra a COVID-19 no Brasil teve início em 17 de janeiro de 2021. A primeira morte pela doença no país foi registrada em 12 de março de 2020, em São Paulo. Até janeiro de 2025, o Brasil contabilizou quase 715 mil mortes pela COVID-19, conforme dados do Ministério da Saúde.

Até 2025, o número de mortes por COVID-19 no mundo é estimado em cerca de 7,08 milhões (sete milhões e oitenta mil). De acordo com a OMS, aproximadamente 10% dessas mortes ocorreram no Brasil. Isso significa que, a cada dez óbitos registrados globalmente, um aconteceu no Brasil.



O Brasil ocupa a segunda posição mundial em número de mortes por COVID-19, superado apenas pelos Estados Unidos. Esses dados correspondem ao número absoluto de vítimas, ou seja, ao total de mortos ou infectados, sem considerar a população ou a taxa de incidência.

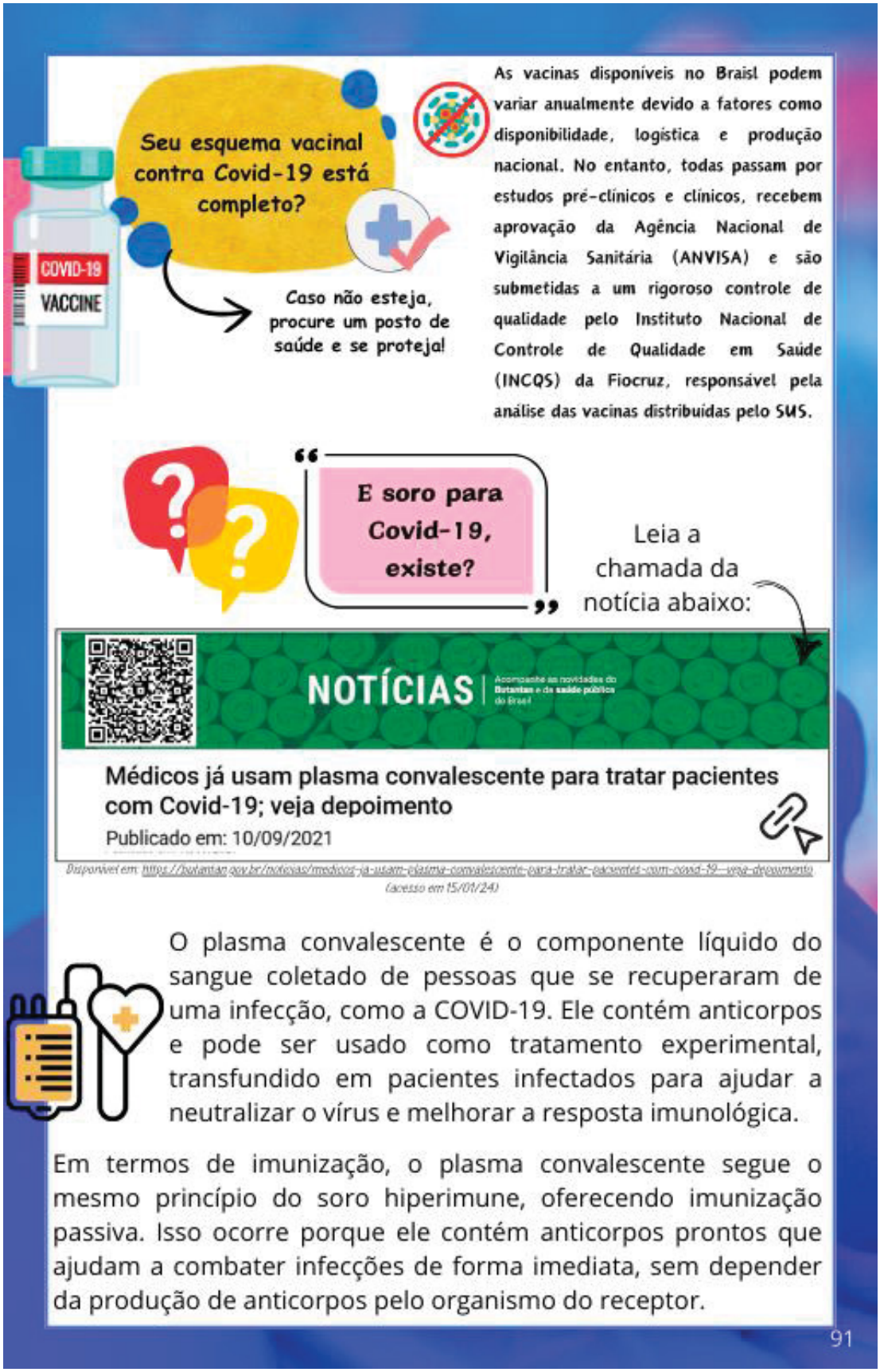
A vacinação foi essencial para a redução nos casos de covid no país. Observe o exemplo do município de Urupês, em São Paulo:



Casos de Covid-19 e porcentagem da população vacinada no município de Urupês em São Paulo, entre os meses de Maio e Novembro de 2021. Fonte: Prefeitura de Urupês.

Dados nacionais sobre os óbitos relacionados a doença também diminuíram com o vacinação, veja:

Média móvel de óbitos por Covid-19 no Brasil e doses aplicadas da vacina contra Covid-19, entre os meses de Abril e Agosto de 2021. Fonte: Ministério da Saúde / Associação Médica Brasileira (AMB).


Seu esquema vacinal contra Covid-19 está completo?
COVID-19
VACCINE
Caso não esteja, procure um posto de saúde e se proteja!
As vacinas disponíveis no Brasil podem variar anualmente devido a fatores como disponibilidade, logística e produção nacional. No entanto, todas passam por estudos pré-clínicos e clínicos, recebem aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e são submetidas a um rigoroso controle de qualidade pelo Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) da Fiocruz, responsável pela análise das vacinas distribuídas pelo SUS.
E soro para Covid-19, existe?
Leia a chamada da notícia abaixo:
NOTÍCIAS
Médicos já usam plasma convalescente para tratar pacientes com Covid-19; veja depoimento
Publicado em: 10/09/2021
Disponível em: https://butantan.gov.br/noticias/medicos-ja-usam-plasma-convalescente-para-tratar-pacientes-com-covid-19-veja-depoimento (acesso em 15/01/24)
O plasma convalescente é o componente líquido do sangue coletado de pessoas que se recuperaram de uma infecção, como a COVID-19. Ele contém anticorpos e pode ser usado como tratamento experimental, transfundido em pacientes infectados para ajudar a neutralizar o vírus e melhorar a resposta imunológica.
Em termos de imunização, o plasma convalescente segue o mesmo princípio do soro hiperimune, oferecendo imunização passiva. Isso ocorre porque ele contém anticorpos prontos que ajudam a combater infecções de forma imediata, sem depender da produção de anticorpos pelo organismo do receptor.
91

E o Butantan não poderia ficar de fora desses estudos né?

NOTÍCIAS | Acompanhe as novidades do Butantan e da saúde pública do Brasil

Artigo sobre soro anti-Covid do Butantan é publicado em revista do grupo Nature; saiba os diferenciais do tratamento

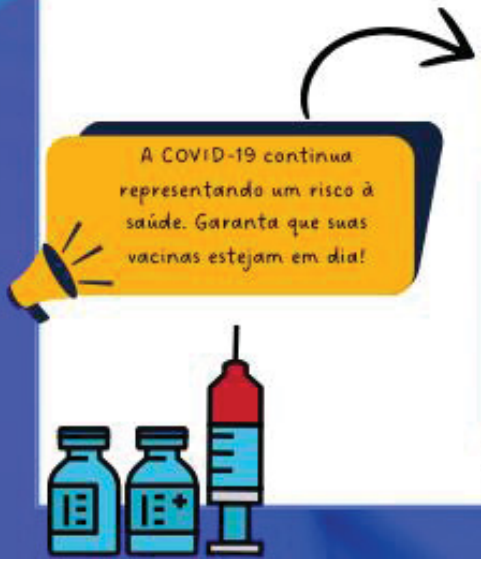
Soro foi produzido a partir de plasma hiperimune e usando vírus inativado; estudo mostra como ele foi desenvolvido

Publicado em: 11/03/2022

https://butantan.gov.br/noticias/artigo-sobre-soro-anti-covid-do-butantan-e-publicado-em-revista-do-grupo-nature--saiba-os-diferenciais-do-tratamento

Segundo o Butantan, o uso do plasma convalescente apresenta limitações como dependência de doações e variabilidade na eficácia dos anticorpos. Já o soro hiperimune é feito com anticorpos de cavalos imunizados contra o SARS-CoV-2 e oferece vantagens, incluindo maior produção e controle de qualidade.

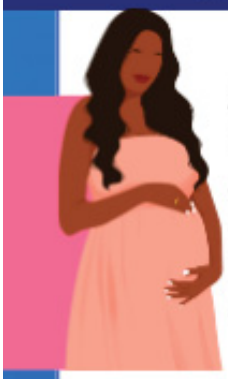
Tanto o plasma convalescente quanto o soro hiperimune contra a COVID-19 ainda estão em fase de estudos e, por isso, não são amplamente utilizados. Ambos têm como objetivo reduzir a carga viral nos pulmões e diminuir o processo inflamatório nesses órgãos, contribuindo para a redução da gravidade da doença.



Campanha de prevenção de Covid-19. Fonte: FAEP (Fundação assistência, estudo e pesquisa de Uberlândia.

92

Imunoglobulina anti-D: soro ou vacina?



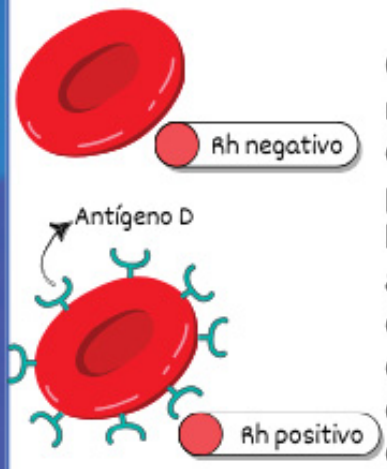
Agora que você já explorou os conceitos de soros hiperimunes e vacinas, vamos conhecer uma aplicação diferente: um medicamento imunobiológico especialmente desenvolvido para prevenir a resposta imune causada pela incompatibilidade sanguínea entre mãe e feto.

Para começar, por que essa incompatibilidade ocorre somente em algumas combinações entre mães e filhos? Vamos descobrir!

Eritroblastose fetal

A eritroblastose fetal, também conhecida como doença hemolítica do recém-nascido, ocorre quando há incompatibilidade sanguínea entre mãe e bebê. Mas isso só ocorre em uma situação:

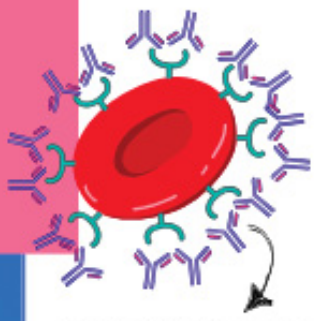
- a mãe tem sangue Rh negativo;
- o filho tem sangue Rh positivo.



O fator Rh (ou antígeno D) é o responsável por determinar se o sangue é positivo ou negativo. Trata-se de uma proteína que pode estar presente nas hemácias (glóbulos vermelhos) de algumas pessoas. Quando o antígeno D está presente, o sangue é classificado como positivo; quando ausente, é considerado negativo. Essa característica é determinada geneticamente.

No caso da eritroblastose fetal, a mãe, que não possui o antígeno D em seu sangue, tem um sistema imunológico que pode reagir contra a proteína presente nas hemácias do seu filho, que é Rh positivo.

Os anticorpos presentes no sangue da mãe conseguem atravessar a placenta, resultando na destruição (**hemólise**) das hemácias do feto.



Anticorpos maternos reagindo contra antígenos D

Hemólise da hemácia

Hemólise:
destruição prematura das hemácias (glóbulos vermelhos) por rompimento da membrana plasmática da célula.

A reação do sistema imunológico da mãe ocorre após ela ser sensibilizada ao fator Rh, o que geralmente acontece durante o parto do primeiro filho Rh positivo, quando o sangue do bebê entra em contato com o da mãe. Após essa sensibilização, em uma segunda gestação com outro bebê Rh positivo, os anticorpos da mãe atacam as hemácias do feto, causando a doença hemolítica do recém-nascido.

1ª Gravidez de um filho Rh+

Organismo materno produz anticorpos anti-Rh

2ª gravidez de um filho Rh+

O primeiro filho Rh+ pode ser prejudicado se a mãe (Rh-) já tiver sido sensibilizada anteriormente pelo contato com sangue contendo o fator Rh. Essa sensibilização pode ocorrer em situações como transfusões sanguíneas incompatíveis e uso compartilhado de materiais perfurocortantes, por exemplo.

A eritroblastose fetal pode causar abortos ou desencadear sintomas no recém-nascido, como icterícia (amarelamento da pele e dos olhos), anemia severa, aumento do fígado e do baço, além de edema (inchaço) generalizado, que, em casos graves, podem levar ao óbito.
Por que só mulheres com Rh negativo podem ter filhos com a doença?
Qual é o fator Rh do pai em casos de crianças que desenvolveram eritroblastose fetal?
Mães Rh+ não correm o risco de ter filhos com eritroblastose fetal, pois elas já possuem o antígeno D no sangue. Isso significa que o sistema imunológico delas não reconhece o fator Rh como uma ameaça.
O pai é Rh+ e transmite o gene responsável pelo antígeno D. Sendo assim, em um caso de eritroblastose fetal:
A mãe é Rh- (sem o antígeno D)
O pai é Rh+ (com antígeno D)
Um casal em que a mulher é Rh- e o homem Rh+ sempre corre o risco de ter um filho com eritroblastose fetal?
Então, um casal com a mulher Rh- e o homem Rh+ só pode ter um filho Rh- sem risco de desenvolver a doença?
Depende da genética do pai:
Se ele for homozigoto (DD), todos os filhos serão Rh+, aumentando o risco.
Se for heterozigoto (Dd), há 50% de chance de o filho ser Rh-, dividindo o risco pela metade.
Existe um medicamento imunobiológico que impede que a mãe desenvolva anticorpos contra o fator Rh, reduzindo o risco de complicações em futuras gestações.
Um imunobiológico que evita a formação de anticorpos? Como assim?
95

A imunoglobulina anti-D age prevenindo que o sistema imunológico da mãe Rh- produza anticorpos contra o fator Rh do bebê Rh+. Ela neutraliza o antígeno Rh no sangue do feto, evitando a sensibilização da mãe e reduzindo o risco de complicações em futuras gestações. A administração é geralmente feita nas 72 horas após o parto.

Existem várias marcas de imunoglobulina anti-D. A Rhogam é uma das mais conhecidas.

As imunoglobulinas anti-D impedem que o sistema imunológico da mãe reconheça o fator Rh positivo do filho como uma ameaça, evitando a produção de anticorpos. Isso ocorre porque o medicamento contém anticorpos específicos contra o fator Rh, que se ligam e neutralizam o antígeno Rh no sangue da mãe.

Imunoglobulina anti-D. Fonte: McKesson

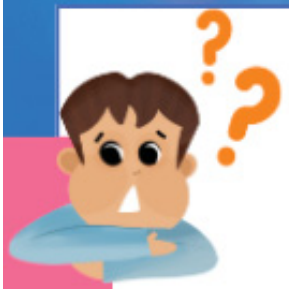
Agora, observe o trecho da notícia a seguir, publicada pelo G1 em 24/08/2020:

MENU g1

Mãe busca ajuda para filho que nasceu com paralisia cerebral por incompatibilidade sanguínea em SP

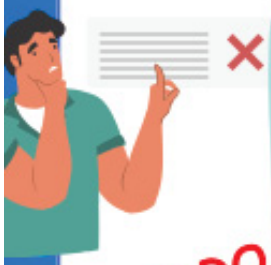
"A incompatibilidade sanguínea entre mãe e filho, somada à desinformação, trouxe graves consequências à vida do filho de Edilia de Oliveira, de 44 anos, que vive em Bertioga, no litoral de São Paulo. Sem conseguir trabalhar para cuidar da criança, portadora de paralisia cerebral, mãe e pai buscam ajuda para oferecer uma melhor qualidade de vida ao menino. Há pouco mais de 12 anos, Edilia soube que estava grávida de seu segundo filho. Portadora do tipo sanguíneo O-, era incompatível com o do marido, portador do tipo O+. Nesses casos, a primeira gestação ocorre sem problemas, mas a atenção deve ser redobrada a partir do segundo filho. Edilia conta que a obstetra que acompanhou seu pré-natal não indicou o tratamento adequado.Edilia, enquanto gestante, deveria ter tomado uma vacina imunoglobulina anti-Rh, capaz de bloquear a produção dos anticorpos pela mãe, que entende o bebê como 'corpo estranho' e tende a rejeitá-lo. "Sabíamos que tinha risco, mas não nessa gravidade. Me falaram que eu poderia ter morrido com ele", conta.

Wesley Wendell da Silva, atualmente com 12 anos, nasceu em outubro de 2004, após sete meses de gestação, às pressas. "O meu organismo estava rejeitando o bebê. Ele já estava com anemia profunda, fígado dilatado, batimentos cardíacos muito fracos", relata a mãe."



Se, mesmo com tantos exemplos do cotidiano, você ainda se pergunta: "Por que preciso estudar isso? Como essas informações se aplicam à minha vida?", a notícia apresentada anteriormente ilustra perfeitamente como a ciência é essencial em nosso dia a dia.

Se Edília tivesse recebido a informação adequada, seja na escola, no posto de saúde, no consultório médico ou logo após o parto do seu primeiro filho, é provável que Wesley, seu segundo filho, tivesse nascido sem eritroblastose fetal.



Embora a notícia apresentada seja de grande importância, tanto como alerta quanto como fonte de informação, ela contém um erro bastante comum. Você consegue identificar qual é?

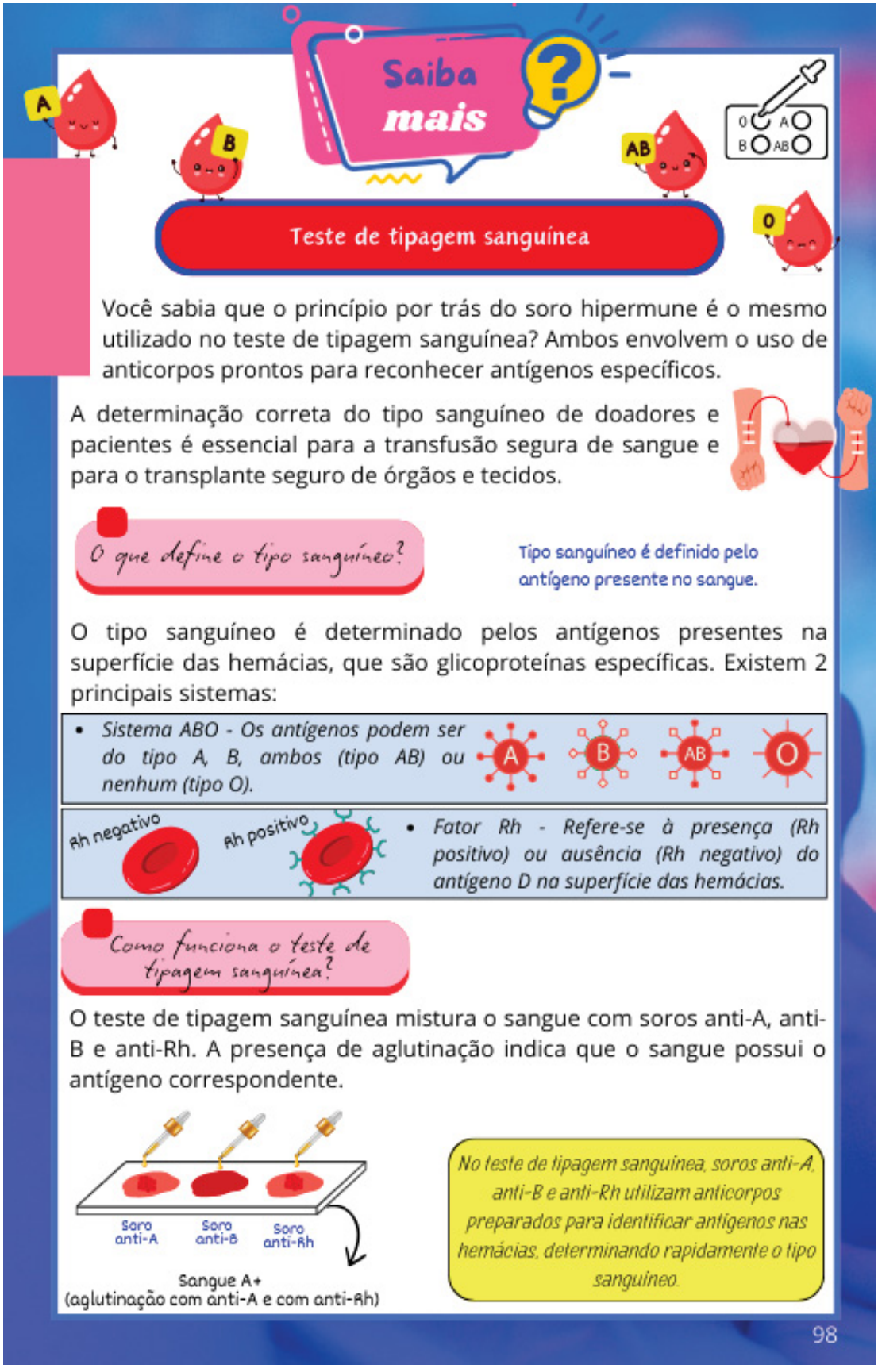
SORO

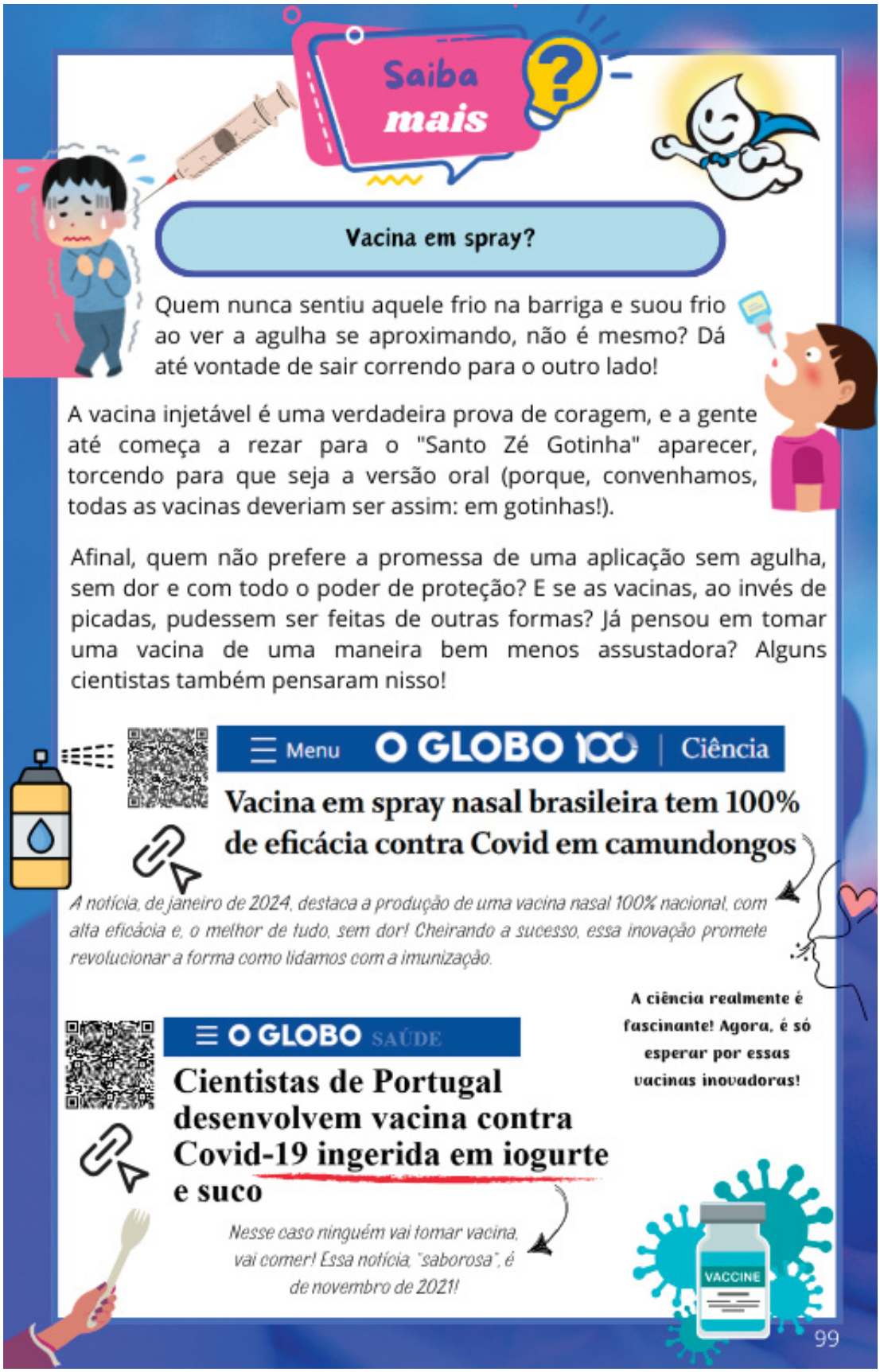
"~~Vacina~~ imunoglobulina anti-Rh"

= anticorpos homólogos (da mesma espécie)

Embora seja relativamente comum ouvir o termo "vacina" sendo usado para se referir à imunoglobulina anti-D (ou anti-Rh) — e até o termo "vacina Rhogam" ser amplamente utilizado —, é importante esclarecer que esse medicamento é, na verdade, um soro!

A imunoglobulina anti-D contém anticorpos prontos, extraídos do plasma sanguíneo de doadores voluntários, proporcionando uma imunidade passiva e temporária. Por isso, em cada gravidez de um bebê Rh+, a mãe precisa receber o medicamento novamente para evitar que seu organismo produza seus próprios anticorpos.


Saiba mais
A
B
AB
O
0 A
B AB
Teste de tipagem sanguínea
Você sabia que o princípio por trás do soro hipermune é o mesmo utilizado no teste de tipagem sanguínea? Ambos envolvem o uso de anticorpos prontos para reconhecer antígenos específicos.
A determinação correta do tipo sanguíneo de doadores e pacientes é essencial para a transfusão segura de sangue e para o transplante seguro de órgãos e tecidos.
O que define o tipo sanguíneo?
Tipo sanguíneo é definido pelo antígeno presente no sangue.
O tipo sanguíneo é determinado pelos antígenos presentes na superfície das hemácias, que são glicoproteínas específicas. Existem 2 principais sistemas:
• Sistema ABO - Os antígenos podem ser do tipo A, B, ambos (tipo AB) ou nenhum (tipo O).
A
B
AB
O
Rh negativo
Rh positivo
• Fator Rh - Refere-se à presença (Rh positivo) ou ausência (Rh negativo) do antígeno D na superfície das hemácias.
Como funciona o teste de tipagem sanguínea?
O teste de tipagem sanguínea mistura o sangue com soros anti-A, anti-B e anti-Rh. A presença de aglutinação indica que o sangue possui o antígeno correspondente.
Soro anti-A
Soro anti-B
Soro anti-Rh
Sangue A+
(aglutinação com anti-A e com anti-Rh)
No teste de tipagem sanguínea, soros anti-A, anti-B e anti-Rh utilizam anticorpos preparados para identificar antígenos nas hemácias, determinando rapidamente o tipo sanguíneo.
98


Saiba mais
Vacina em spray?
Quem nunca sentiu aquele frio na barriga e suou frio ao ver a agulha se aproximando, não é mesmo? Dá até vontade de sair correndo para o outro lado!
A vacina injetável é uma verdadeira prova de coragem, e a gente até começa a rezar para o "Santo Zé Gotinha" aparecer, torcendo para que seja a versão oral (porque, convenhamos, todas as vacinas deveriam ser assim: em gotinhas!).
Afinal, quem não prefere a promessa de uma aplicação sem agulha, sem dor e com todo o poder de proteção? E se as vacinas, ao invés de picadas, pudessem ser feitas de outras formas? Já pensou em tomar uma vacina de uma maneira bem menos assustadora? Alguns cientistas também pensaram nisso!
Menu O GLOBO 100 | Ciência
Vacina em spray nasal brasileira tem 100% de eficácia contra Covid em camundongos
A notícia, de janeiro de 2024, destaca a produção de uma vacina nasal 100% nacional, com alta eficácia e, o melhor de tudo, sem dor! Cheirando a sucesso, essa inovação promete revolucionar a forma como lidamos com a imunização.
A ciência realmente é fascinante! Agora, é só esperar por essas vacinas inovadoras!
O GLOBO SAÚDE
Cientistas de Portugal desenvolvem vacina contra Covid-19 ingerida em iogurte e suco
Nesse caso ninguém vai tomar vacina, vai comer! Essa notícia, "saborosa", é de novembro de 2021!
VACCINE
99

Saiba mais

Soro antiapílico

Parece até história de filme, mas infelizmente não é!

MENU g1

Picada de abelha no pescoço pode ser fatal? Criança morreu com uma única ferroada no Paraná

O ferrão de abelhas é essencial para defender suas colônias. Após a picada, o ferrão continua injetando peçonha mesmo separado do corpo, e abelhas liberam feromônios que atraem outras para atacar o mesmo alvo, podendo causar acidentes com múltiplas picadas.

É importante lembrar que nem todas as abelhas possuem ferrão. No mundo, existem mais de 20 mil espécies diferentes de abelhas, fundamentais para diversos ecossistemas graças ao seu papel como polinizadoras. No Brasil, a maioria das abelhas nativas é sem ferrão. Já os acidentes com abelhas geralmente envolvem a *Apis mellifera* (abelha-africana), uma espécie introduzida no país no século XIX.

Seria interessante um soro para os casos de acidente, né?

Cheguei! Cheguei Brasil!

pesquisafapesp

BIOTECNOLOGIA

Pesquisadores desenvolvem soro contra o veneno de abelhas africanizadas

Equipe já obteve patente do produto, que poderá evitar morte de vítimas de picadas do inseto, conhecido por seu forte instinto de defesa

Saiba mais

Sugestão de atividade 14 (ver página 155)

ODS e vacinação

Você conhece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os conhecidos ODS?

Os ODS são um conjunto de 17 metas globais, criadas pela Assembleia Geral das Nações Unidas, com o objetivo de erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e o clima, além de assegurar que todas as pessoas, em qualquer lugar, possam viver em paz e prosperidade.

O ODS 3, voltado para a saúde, aborda de forma direta a importância da vacinação para garantir o bem-estar global.

3 SAÚDE E BEM-ESTAR

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades

Meta 3.8 Atingir a cobertura universal de saúde, incluindo a proteção do risco financeiro, o acesso a serviços de saúde essenciais de qualidade e o acesso a medicamentos e vacinas essenciais seguros, eficazes, de qualidade e a preços acessíveis para todos

Meta 3.9b Apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de vacinas e medicamentos para as doenças transmissíveis e não transmissíveis, que afetam principalmente os países em desenvolvimento, proporcionar o acesso a medicamentos e vacinas essenciais a preços acessíveis [...].

Outras sugestões

A matéria, publicada pela BBC News Brasil em 2018, conta um pouco da história de James Harrison na produção da imunoglobulina anti-D, importante para evitar casos de incompatibilidade sanguínea entre mãe e feto.

BBC NEWS BRASIL

O 'homem do braço de ouro', que se aposentou após salvar 2,4 milhões de bebês com doações de sangue

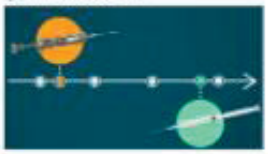
O vídeo "Por que a raiva faz a boca espumar?", publicado no canal Drauzio Varella, em 2018, apresenta informações sobre a raiva (ou hidrofobia), uma das doenças com menor índice de cura.

O podcast "Sala de Vacina", produzido pela Radioagência Nacional e pela Rádio Nacional em 2023, celebra os 50 anos do Programa Nacional de Imunizações (PNI) com uma série de cinco episódios. A produção explora como as vacinas transformaram o mundo e se tornaram parte da identidade brasileira. Além disso, o site possui videocast em libras!

A matéria publicada pela BBC News Brasil, em 2020, compara o tempo necessário para a criação de algumas vacinas, destacando como esse processo costuma ser demorado, e como a pandemia atual representou uma exceção a esse padrão.

BBC NEWS BRASIL

Coronavírus: Gráfico mostra tempo que humanidade levou para criar vacinas e recorde para covid-19



Exercícios
(Ver página 170)

Capítulo V
Além dos boatos: é Fake ou é Fato?

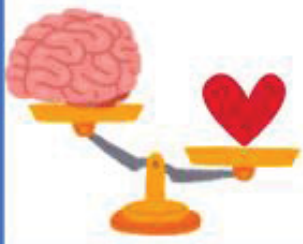
Além dos boatos: é Fake ou é Fato?

Para início de conversa...

Por que as pessoas acreditam em *fake news*, incluindo algumas bastante absurdas?

FAKE NEWS

Os motivos podem ser variados... Mas vamos explicar utilizando um argumento bem interessante. Você já ouviu falar em "viés de confirmação"? É simples: as pessoas tendem a acreditar no que já pensam. Quando recebem informações que contradizem suas crenças, podem sentir desconforto, conhecido como dissonância cognitiva. Para evitar esse incômodo, é comum que rejeitem essas informações, questionando a fonte ou o conteúdo.



O sucesso das ***fake news*** está relacionado ao fato de que, muitas vezes, processamos informações com base em nossas emoções, em vez de utilizarmos a razão.

***Fake news*:**
termo inglês que significa "notícias falsas". São informações intencionalmente ou conhecidamente falsas sobre fatos, que são produzidas para servir a propósitos estratégicos e que são disseminadas para gerar influência social ou lucro.

Embora o conceito de notícias falsas exista há séculos, o termo "*fake news*" ganhou destaque em 2016, especialmente durante as eleições presidenciais dos Estados Unidos, quando se tornou amplamente utilizado para descrever informações falsas disseminadas nas redes sociais.

→ Existem várias definições para o termo "fake news".

Charge de J. Bosco. Fonte: O Liberal.

Charge de Nando Motta. Fonte: Brasil de Fato

São perigosas e se espalham tão rápido quanto alguns vírus! Essa poderia parecer a descrição de um novo patógeno, mas, na verdade, define uma fake news!

Charge de Luiz Fernando Cazo.
Fonte: SEEB Bauru.

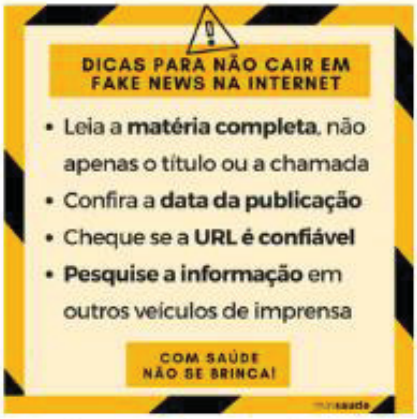
Embora possam parecer inofensivas, elas têm o poder de influenciar pessoas, alterar opiniões e até mesmo resultar em tragédias.

Em 2014, a disseminação de uma notícia falsa levou à morte de uma dona de casa de 33 anos, em Guarujá, São Paulo. Ela foi confundida com uma suposta sequestradora de crianças, alvo de um boato que circulava nas redes sociais, e foi linchada por populares.

Fake news são perigosas!

Como escapar das notícias falsas? Seguem algumas dicas:

Campanha do Conselho Nacional de Justiça (CNJ)
Fonte: CNJ

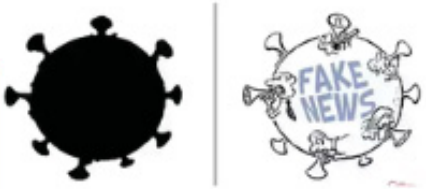


Campanha do Ministério da Saúde.
Fonte: Ministério da Saúde.

As *fake news* têm afetado as vacinas ao longo da história.

No início do século XX, boatos sobre os malefícios das vacinas levaram à Revolta da Vacina, com confrontos que resultaram em mortes. Em 1998, o médico britânico Andrew Wakefield publicou um estudo fraudulento associando a vacina tríplice viral ao autismo. Posteriormente, descobriu-se que ele havia sido pago para propagar informações falsas por advogados interessados em processar indústrias farmacêuticas.

A PANDEMIA PARALELA



Charge de Quinho Ravelli.
Fonte: Estado de Minas Gerais.

A pandemia de COVID-19 não apenas representou uma crise de saúde global, mas também catalisou a disseminação de *fake news*, criando um ambiente propício para a proliferação de desinformação.

Fake News imunológicas

As vacinas e os soros figuram entre as maiores conquistas da ciência na proteção da saúde humana, mas estão envoltos em mitos e desinformação que podem gerar confusão.

Que tal embarcar em uma brincadeira com fatos e *fakes* para explorar curiosidades e desmascarar equívocos?

FATO
FAKE

Sugestão de atividade 15
(ver página 157)

Fato ou Fake?

A seguir, apresentamos algumas **chamadas jornalísticas falsas**, criadas especialmente para abordar temas que podem conter verdades (fatos) ou mentiras (fakes). Sua tarefa será analisá-las e identificar o que é verdadeiro e o que é falso!

Cuidado com os fakes! As chamadas a seguir são falsas e fazem parte de um desafio educativo. Elas podem conter ou não informações reais. Use seu senso crítico para desvendar a verdade!

Fake: informação falsa, criada para enganar.

Fato: corresponde à realidade, baseado em evidências.

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fat ou Fake?

1

TRÍPLICE VIRAL PODE CAUSAR AUTISMO

Estudos revelam que vacina trivalente SCR, que previne sarampo, caxumba e rubéola, pode estar relacionada com casos de autismo em crianças que foram imunizadas.

VACINAS PODEM CAUSAR AUTISMO?

A desinformação sobre a relação entre a vacina tríplice viral e o autismo teve origem em um estudo falso publicado em 1998 pelo médico britânico Andrew Wakefield, que utilizou dados manipulados e apresentou graves falhas metodológicas. O estudo, amplamente desmentido, visava beneficiar interesses financeiros próprios, incluindo um novo imunizante que concorreria com a tríplice viral. Em 2010, Wakefield foi proibido de exercer a profissão devido à sua conduta antiética, e a revista The Lancet retratou o artigo. Estudos posteriores confirmaram que não há relação entre vacinas e autismo.

Até hoje, o estudo fraudulento de 1998 é usado como argumento pelo movimento antivacina, alimentando a desconfiança contra imunizantes. Periodicamente, essa desinformação ressurge com novas roupagens, como os falsos boatos de que a vacina contra a COVID-19 causava autismo, algo que não possui nenhuma base científica.

Andrew Wakefield.
Fonte: Aos Fatos (adaptado).

+ informações

( ) Fat

(X) Fake

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

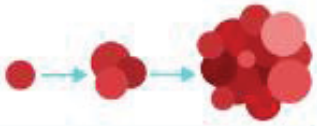
Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

2

Fat ou Fake?

VACINAS PODEM PRTEGER CONTRA CÂNCER

Imunizações como as contra hepatite B e HPV ajudam a evitar infecções virais que podem evoluir para diferentes tipos de câncer, incluindo no fígado, colo do útero, boca e outras regiões do corpo.



VACINAS PODEM PROTEGER CONTRA CÂNCER?

As vacinas contra hepatite B e HPV previnem cânceres ao proteger o corpo contra vírus relacionados ao desenvolvimento de tumores. A hepatite B, se não tratada, pode levar ao câncer de fígado devido aos danos causados pelo vírus nas células hepáticas. Já o HPV, transmitido sexualmente, está associado a lesões que podem evoluir para cânceres como o de colo do útero, o terceiro mais comum entre brasileiras, além de cânceres oral, anal e peniano. Essas vacinas são formas seguras e eficazes de prevenir infecções e, consequentemente, reduzir o risco de desenvolver esses tipos de câncer

BBC NEWS BRASIL

Como funciona vacina contra câncer que será testada em países europeus 4 junho 2024

Além disso, existem vacinas contra o câncer que estão em fase de teste.

+ informações

(X) Fat

( ) Fake

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

3

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fato ou Fake?

PROGRAMA BRASILEIRO DE VACINAÇÃO É REFERÊNCIA INTERNACIONAL

Campanhas nacionais já vacinaram 15 milhões de crianças em um único dia; modelo de mobilização foi replicado até em zonas de conflito e é exemplo para países desenvolvidos

BRASIL É REFERÊNCIA INTERNACIONAL EM PROGRAMAS DE VACINAÇÃO?

O Programa Nacional de Imunizações (PNI) do Brasil é considerado um modelo internacional em campanhas de vacinação devido à sua abrangência e eficácia. Desde a década de 1970, o PNI tem implementado estratégias que resultaram no controle e erradicação de doenças como sarampo, tétano neonatal e poliomielite. A priorização da vacinação infantil reduziu significativamente a mortalidade e aumentou a expectativa de vida no país. Além disso, o programa expandiu sua cobertura para incluir outros grupos de alto risco, como idosos e gestantes, garantindo acesso universal e gratuito às vacinas. A produção nacional de imunobiológicos pelo Instituto Butantan também contribui para a autossuficiência do país em vacinas essenciais.

Campanha de vacinação de Curitiba, PR.
Fonte: Prefeitura Municipal de Curitiba.

BRASIL É REFERÊNCIA INTERNACIONAL EM VACINAÇÃO!

(X) Fato
( ) Fake

BRASIL

+ informações

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

4

Fat ou Fake?

VACINAS QUE USAM TECNOLOGIA GENÉTICA PODEM MODIFICAR DNA HUMANO.

Conhecidas como vacinas de 3ª geração, as vacinas gênicas devem ser tomadas com cuidado, pois podem causar alterações genéticas irreversíveis. Ainda não há estudos indicando os efeitos colaterais dessas possíveis mutações no DNA humano.

VACINAS PODEM ALTERAR DNA DE QUEM FOR VACINADO?

A ideia de que vacinas de DNA e RNA alteram o material genético humano é infundada. Essa teoria surgiu de declarações incorretas e foi desmentida pela ciência: vacinas de DNA utilizam plasmídeos para induzir a produção de proteínas que ativam o sistema imunológico, enquanto vacinas de RNA usam mRNA encapsulado em nanopartículas para alcançar o mesmo objetivo, sem interagir com o núcleo ou modificar o genoma humano. Ambos os tipos de vacinas são seguros e não têm potencial para transformar geneticamente os seres humanos.

Charge de Nando Motta.
Fonte: Hábito de Quadrinhos

A ideia de que vacinas de DNA ou RNA podem alterar seu DNA é completamente falsa. Não se preocupe, você não vai virar um jacaré ou sofrer qualquer transformação genética. Essas vacinas apenas estimulam o sistema imunológico de maneira segura, sem modificar o seu material genético.

Sendo assim, também é fake que a vacina contra COVID-19 vai te transformar em jacaré! Ufa!

+ informações

( ) Fat

(X) Fake

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

5 Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

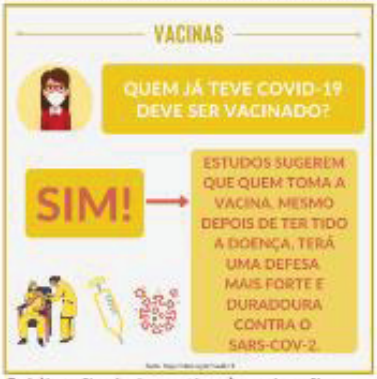
Fato ou Fake?

QUEM PEGOU COVID-19 ESTÁ IMUNE AO CORONAVÍRUS E NÃO PRECISA DE VACINA

Pessoas que se contaminaram e sobreviveram ao novo coronavírus, SARS-CoV-2, já produziram anticorpos contra a doença e, portanto não precisam ser vacinados contra COVID-19. O sistema imunológico de pessoas que se curaram da doença é capaz de reconhecer sozinho o vírus invasor, não necessitando da imunização artificial para o patógeno.

PESSOAS QUE SE CURARAM DE COVID-19 NÃO PRECISAM DE VACINA?

No início da imunização contra a COVID-19, surgiram rumores de que quem já havia se infectado não precisaria da vacina, mas isso não é verdade. O motivo principal é que a proteção adquirida por uma infecção anterior, assim como no caso das vacinas, diminui com o tempo, seja pela redução dos anticorpos ou pela chegada de novas variantes devido a mutações do vírus. Além disso, é importante lembrar que o vírus da COVID-19 é relativamente novo para os seres humanos, e nosso organismo ainda está aprendendo a lidar com ele. Isso significa que, mesmo após uma infecção, o sistema imunológico pode não estar totalmente preparado para combater outras variantes do vírus com a mesma eficiência. Por isso, é fundamental seguir a vacinação recomendada, mesmo para quem já foi infectado, garantindo uma proteção contínua e mais ampla contra diferentes cepas do vírus.



Publicação de incentivo à vacinação.
Fonte: Hospital PUC Campinas.

TOMAR AS DOSES DA VACINA CONTRA COVID-19 SÓ TRAZ BENEFÍCIOS!

( ) Fato

(X) Fake

+ informações

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

6

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fato ou Fake?

VACINA CONTRA COVID-19 USA TECNOLOGIA DE PONTA COM CHIP LÍQUIDO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O plasma dessa vacina, que é o liquido, vem com uma codificação que traz uma leitura para inteligência artificial. É como se fosse um chip, mas de forma líquida, que é o plasma. Pesquisas com essa tecnologia tem apoio financeiro de Bill Gates, fundador da Microsoft.

VACINAÇÃO CONTRA COVID-19 PODE IMPLANTAR CHIP NO ORGANISMO?

O boato de que as vacinas contra a COVID-19 contêm microchips para controle populacional é um exemplo clássico de fake news, alimentado por teorias da conspiração e pela desinformação disseminada nas redes sociais. Esse mito surgiu, em parte, a partir de declarações distorcidas relacionadas a iniciativas de identificação digital, como as promovidas pela Fundação Bill & Melinda Gates, que não têm nenhuma ligação com as vacinas. A desconfiança em relação à ciência e à rapidez do desenvolvimento das vacinas foi usada para criar narrativas falsas, amplificadas por influenciadores, grupos antivacina e bolhas digitais. Essas informações sem fundamento buscam minar a confiança na vacinação, essencial para o controle da pandemia.

Atualmente, não existem chips líquidos que possam ser inseridos em vacinas, e mesmo que existissem, seriam rapidamente eliminados pelo corpo, que excreta substâncias sem função, desmentindo as fake news sobre sua permanência no organismo.

Publicação com *fake news* sobre vacina. Fonte: Lupa Uol.

TAMBÉM É FAKE QUE VACINAS CONTRA COVID-19 POSSUEM IMÃS OU CAUSAM MAGNETISMO NO ORGANISMO!

( ) Fato
(X) Fake

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fat ou Fake?

7

VACINAS PODEM CAUSAR EFEITOS COLATERAIS, FIQUE ATENTO!

A reação imediata à vacina é causada pelo sistema imune inato, que ativa glóbulos brancos como macrófagos e neutrófilos. Eles produzem citocinas, desenc[illegible]do sintomas como inflamação no local da aplicação, febre, fadiga e calafrios.

VACINAS PODEM CAUSAR EFEITOS COLATERAIS?

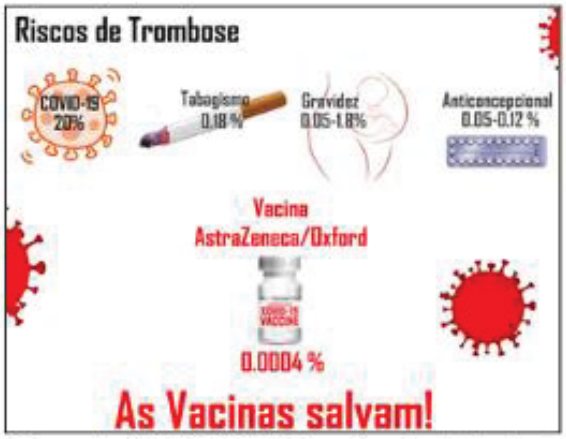
Assim como outros medicamentos, as vacinas podem causar efeitos colaterais leves e temporários, sem risco, proporcionando proteção contra formas graves da doença. A intensidade desses efeitos varia de pessoa para pessoa, explicando por que alguns têm mais sintomas, como febre ou dor de cabeça. Em casos raros, podem ocorrer efeitos colaterais graves, mas é muito mais provável que uma pessoa adoeça gravemente por uma enfermidade evitável pela vacina do que pela própria vacina. A poliomielite, por exemplo, pode causar paralisia; o sarampo pode causar encefalite e cegueira; e algumas doenças preveníeis por meio da vacinação podem até resultar em morte. Ou seja, os efeitos colaterais da vacina, são muito mais brandos do que as doenças evitadas pela vacinação!

Embora possam ocorrer efeitos colaterais, os riscos de não se vacinar são muito maiores!

(X) Fat

( ) Fake

+ informações



Vacina contra COVID-19 (AstraZeneca) e risco de trombose.
Fonte: UNIFESP.

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

8

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fato ou Fake?

RECEBER VÁRIAS VACINAS AO MESMO TEMPO PODE SOBRECARREGAR SISTEMA IMUNE COM MAIS RISCOS DE EFEITOS ADVERSOS

A administração conjunta de vacinas pode aumentar os riscos adversos da vacinação, pois a sobrecarga do sistema imunológico pode resultar em efeitos colateria mais severos e diminuir a eficácia dos imunobiológicos.

TOMAR UMA VACINA POR VEZ É MAIS SEGURO?

Tomar mais de uma vacina ao mesmo tempo, como ocorre nos calendários de imunização, geralmente é seguro e eficaz. As vacinas são rigorosamente testadas para garantir que podem ser administradas juntas sem sobrecarregar o sistema imunológico. Além disso, existem vacinas combinadas, desenvolvidas especificamente para proteger contra várias doenças em uma única dose, como a tríplice viral (sarampo, caxumba e rubéola). Algumas pessoas podem sentir efeitos colaterais leves, como dor no local da aplicação, febre ou fadiga, que são normais e indicam que o corpo está desenvolvendo imunidade. Os riscos graves são extremamente raros e não estão relacionados à administração conjunta.

Tomar várias vacinas ao mesmo tempo é seguro.
Fonte: Unicef Brasil.

NÃO HÁ PROBLEMA ALGUM EM TOMAR MAIS DE UMA VACINA NO MESMO DIA!

( ) Fato

(X) Fake

+ informações

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fat ou Fake?

9

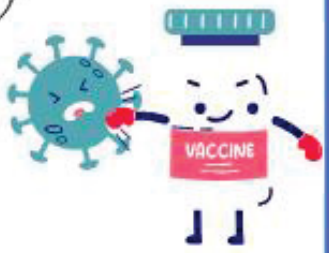
VACINA CONTRA O VÍRUS INFLUENZA PROVOCA GRIPE

Vacina, produzida com vírus enfraquecidos, pode resultar em sintomas como febre ou dor muscular, devido ao potencial patogênico do antígeno presente no imunobiológico.

EU POSSO PEGAR GRIPE TOMANDO VACINA CONTRA O VÍRUS INFLUENZA?

A vacina contra o vírus influenza não provoca gripe. Por ser uma vacina inativada, ou seja, feita sem vírus vivo, não há possibilidade de causar a infecção. Os sintomas leves que algumas pessoas podem sentir, como febre ou dor muscular, são apenas uma resposta natural do sistema imunológico ao estímulo da vacina. Os sintomas da influenza costumam ser bem mais intensos. A vacinação continua sendo essencial para prevenir formas graves da gripe e complicações como pneumonia.

VACINA CONTRA GRIPE NÃO CAUSA GRIPE



Campanha de vacinação contra a gripe.
Fonte: Ministério da Saúde.

( ) Fat

(X) Fake

+ informações

As chamadas jornalísticas foram criadas exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizadas para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

10

Fat ou Fake?

VACINA CONTRA HPV PODE ESTAR RELACONADA A ESTERILIDADE E MENOPAUSA PRECOCE

Estudos revelam que pode haver relação entre a esterilidade e a menopausa precoce em mulheres vacinadas contra HPV. Em alguns casos, os componentes da vacina podem desregular funcionamento hormonal feminino levando a consequências irreversíveis para o organismo.

VACINA CONTRA HPV PODE CAUSAR INFERTILIDADE?

Não há evidências científicas que relacionem a vacina contra o HPV, o papilomavírus humano, à infertilidade ou menopausa precoce. Especialistas confirmam que a imunização é segura, traz benefícios à saúde e é altamente eficaz na prevenção do câncer de colo do útero e outros tipos de tumores malignos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

11

Fat ou Fake?

A VACINA CONTRA O HPV, UMA INFECÇÃO SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEL, ESTIMULA O INÍCIO PRECOCE DA VIDA SEXUAL

A vacinação de crianças e adolescentes contra HPV pode estimular o início precoce da vida sexual, alertam estudiosos.

VACINA CONTRA HPV ESTIMULA A SEXUALIDADE PRECOCE?

Além de não haver qualquer ligação entre a vacina e o início precoce da vida sexual, o principal motivo para vacinar crianças é biológico: elas têm uma resposta imunológica mais eficaz às vacinas do que os adultos, especialmente antes de serem expostas ao vírus HPV.

+ informações

( ) Fat

(X) Fake

+ informações

Por que vacinas sofrem mais com as *fake news* do que os soros hiperimunes?

Soros são usados em emergências, como picadas venenosas e envenenamentos, com aplicação restrita a hospitais e orientação médica, o que limita a circulação de desinformação. Já as vacinas, aplicadas em campanhas de saúde pública, geram mais debates e questionamentos sobre sua eficácia e necessidade, especialmente quando as doenças que previnem estão controladas. Além disso, as vacinas enfrentam o movimento antivacina, o que aumenta a disseminação de *fake news*, ao contrário dos soros, que têm menos visibilidade pública.

Mas e os soros? São "imunes" a fake news?

Embora as *fake news* sobre vacinas recebam mais atenção, os soros hiperimunes também podem estar sujeitos a algumas desinformações, embora de forma menos frequente. Vamos ver alguns exemplos:

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

12

Fato ou Fake?

BRASIL IMPORTA A MAIOR PARTE DOS SOROS HIPERIMUNES UTILIZADOS NO PAÍS

Com pouca tecnologia para produção nacional, país precisa comprar medicamentos hiperimunes de outros países para atender demanda nacional.

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Atualmente, o Brasil é autossuficiente na produção de soros antivenenos. O país conta com três grandes laboratórios públicos: Fundação Ezequiel Dias, em Minas Gerais; Instituto Butantan, em São Paulo; e Instituto Vital Brazil, no Rio de Janeiro.

( ) Fato

(X) Fake

A chamada jornalística foi criada exclusivamente para esta atividade e seu conteúdo pode ou não corresponder a eventos reais, sendo utilizada para fins ilustrativos.

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

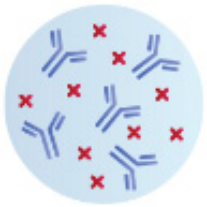
15

Fat ou Fake?

SISTEMA IMUNE PODE REAGIR CONTRA ANTICORPOS PRESENTES NOS SOROS

Os anticorpos presentes no medicamento podem ser identificados pelo organismo como substâncias estranhas, levando o corpo a produzir anticorpos contra os anticorpos do soro.

O sistema imunológico pode reagir contra os anticorpos presentes nos soros, especialmente quando esses anticorpos provêm de fontes não-humanas, como cavalos. O corpo pode reconhecer essas proteínas como substâncias estranhas, o que pode desencadear uma resposta imune. Essa reação é chamada de "hipersensibilidade" ou "reação alérgica", que pode variar de leves (como erupções na pele) até graves (como anafilaxia).



(X) Fat

( ) Fake

Muito além de "mentirinhas"

Fake news sobre vacinas visam gerar medo, dúvidas e até lucro, ao explorar temores infundados sobre a segurança das vacinas. A propagação dessas desinformações, frequentemente sensacionalistas, prejudica a confiança pública, aumentando a hesitação vacinal.

Vacina e informação.
Fonte: Jornal Estado de Minas.

Se informar sobre o assunto é se proteger, pois a educação e o esclarecimento ajudam a combater a desinformação e a garantir a adesão à práticas de saúde que realmente previnem doenças e salvam vidas.

Mesmo que a informação pareça relevante, evite compartilhá-la sem antes verificar sua veracidade.

Charge de Lafa
Fonte: Com Ciência

Charge de Cristiano Araújo
Fonte: Charge do Niniu

Sugestão de atividade 16 (ver página 157)

Charge de Alex Soares
Fonte: Inter TV Web

Saiba mais

A publicação pode ser acessada em formato digital no site da Agência Brasil.

Em colaboração com a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) e o Instituto Questão de Ciência (IQC), o Instituto Cultural Mauricio de Sousa lançou a revista em quadrinhos *Fake News* da Vacinação, que esclarece como as notícias falsas contribuem para a hesitação vacinal entre pais e responsáveis. Com 20 páginas, a revista aborda a origem das *fake news* relacionadas às vacinas, como elas se disseminam e os sérios riscos que acarretam, como o retorno de doenças erradicadas no Brasil, como sarampo e poliomielite.

Saiba mais

As fake news geralmente passam despercebidas, especialmente quando são compartilhadas por amigos e pessoas do nosso círculo social. Muitas vezes, as pessoas repassam informações sem nem sequer ler ou conferir o conteúdo, devido à falta de tempo ou à pressa de acessar por celular. Todos temos uma grande responsabilidade sobre o que compartilhamos, por isso é fundamental verificar a fonte, sempre que possível, clicando, lendo e checando a origem da notícia antes de repassá-la.

Existem várias ferramentas e plataformas que auxiliam na detecção de fake news. Aqui estão algumas sugestões:

- *Agência Lupa* - https://lupa.uol.com.br/
- *Aos Fatos* - https://www.aosfatos.org/
- *Boatos.org* - https://www.boatos.org/
- *Google Fact Check Tools* - https://toolbox.google.com/factcheck/
- *G1 Fato ou Fake* - https://g1.globo.com/fato-ou-fake/

Durante a pandemia de COVID-19 o Portal do Butantan também criou um espaço "*Fato ou Fake*" em seu site:

Outras sugestões

JORNAL DA USP

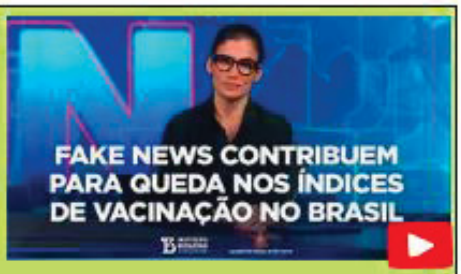
Notícias falsas sobre covid exploraram aspectos culturais para manipular população

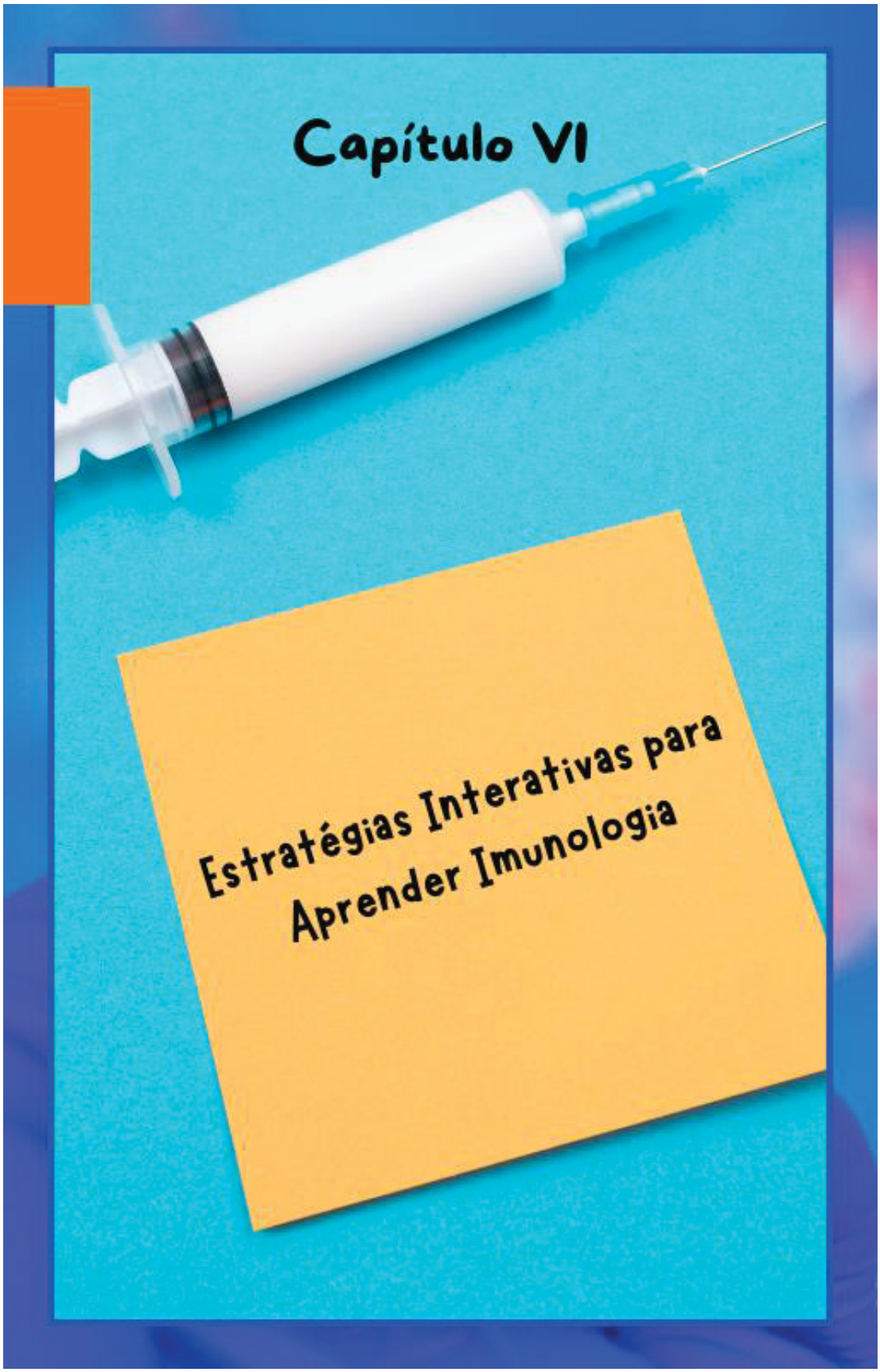
A matéria, publicada pelo Jornal da USP em 2023, aborda como os saberes populares, as tradições, as crenças religiosas e os hábitos alimentares foram usados na produção de notícias falsas em posts que circularam em mídias sociais no Brasil e no México.

O UNICEF, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIm) e a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP), em parceria com a Mauricio de Sousa Produções, criaram nove cartões ilustrados para destacar, com fatos e imagens, que as vacinas são comprovadamente seguras e eficazes na proteção da saúde.

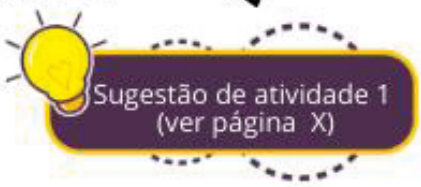
O podcast "*Fake News não Pod*", produzido pela USP, tem como propósito orientar a população sobre o que são as fake news e como combatê-las. Além disso, busca promover a ciência e evitar a disseminação de informações falsas, utilizando uma linguagem acessível e um formato interativo. O programa se posiciona como uma fonte confiável de informação sobre diversos temas relacionados à saúde.

Publicada no Canal Butantan (You Tube), a reportagem do Jornal Nacional, da Globo, fala sobre a disseminação de notícias falsas em redes sociais tem contribuído para a queda na cobertura vacinal de várias doenças altamente contagiosas.




Capítulo VI
Estratégias Interativas para Aprender Imunologia

Ao longo deste *e-book*, ícones destacaram sugestões de atividades.



Neste capítulo, todas as atividades foram reunidas para facilitar sua exploração. Seja você professor ou aluno, aproveite para conhecer as sugestões e se inspirar em formas dinâmicas e envolventes de aprender!

As atividades estão organizadas da seguinte forma:

Número da atividade sugerida no *e-book*

Sugestão de atividade 1

Título da atividade

Criando uma Nuvem de Palavras sobre Imunologia

Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia	06

Capítulo, tema e página onde a atividade sugerida pode ser encontrada.

Sugestão de atividade 1

Criando uma Nuvem de Palavras sobre Imunologia

Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia geral	02

- **Objetivo:**

Identificar ideias iniciais dos alunos sobre imunologia de forma visual e colaborativa.

- **Materiais necessários:**

Smartphones (ou *tablets*), *smart* TV (ou computador e projetor), ferramenta *online* para a criação de nuvens de palavras.
Sugestões de ferramentas para esse fim: WordClouds e Mentimeter.

- **Como fazer?**

1. Escolha uma ferramenta e crie uma nuvem de palavras com a seguinte questão: **"O que vem à sua mente quando você pensa em imunologia?".**
2. Gere um *link* para compartilhá-la com os estudantes. Para facilitar, você pode criar um *QR Code* com o *link* e projetá-lo na sala de aula.
3. Solicite que os estudantes acessem o *link* e respondam à pergunta usando apenas uma palavra.
4. Projete a nuvem de palavras gerada na sala e promova uma discussão sobre as palavras que mais se destacaram. Esse momento servirá como uma introdução ao conteúdo de imunologia, estimulando o interesse e preparando os alunos para o tema.

Outras sugestões:

Caso não seja possível utilizar a internet ou aparelhos para acessar a nuvem de palavras, uma alternativa é coletá-las no papel e, depois, transferi-las para a ferramenta escolhida. Ao final dos estudos, a nuvem de palavras pode ser revisitada para verificar se houve mudanças nas percepções dos alunos.

Sugestão de atividade 2

Glossário Ilustrado de Imunologia		
Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia geral	02

- **Objetivo:**

Aprofundar o conhecimento sobre conceitos-chave da imunologia por meio da criação de um glossário visual e interativo, incentivando a pesquisa, criatividade e organização.

- **Materiais necessários:**

1. Dispositivo Eletrônico (computador, *tablet* ou *smartphone*) com acesso à internet.
2. Programas ou Plataformas Digitais (Canva, Google Apresentações, Power Point, etc).
3. Banco de Imagens e Ícones Gratuitos (sites Unsplash, Pixabay, ou o próprio Canva).

- **Como fazer?**

1. O professor fornece uma lista básica de termos essenciais de imunologia que devem obrigatoriamente estar no glossário;

Exemplos de palavras sugeridas para atividade do glossário ilustrado

- Antígeno
- Anticorpo
- Imunidade inata
- Imunidade adquirida
- Vacina
- Soro
- Linfócitos
- Macrófagos
- Sistema imunológico
- Imunidade de rebanho
- Célula T
- Célula B

A-Z GLOSSARY

2. Os estudantes devem escolher outros termos com base em critérios como: palavras que desconhecem; termos que consideram confusos durante a leitura e interpretação;

3. Cada termo deve conter:

- uma definição Simplificada (explicação clara e objetiva sobre o significado do termo)
- uma ilustração (imagens relevantes);

4. Alguns termos podem conter, de forma opcional:

- um breve exemplo do conceito na prática
- uma curiosidade (informação interessante ou histórica sobre o termo).

Exemplos:

Anticorpos: *também chamados de imunoglobulinas (Ig), são estruturas proteicas encontradas no plasma sanguíneo. Atuam na defesa do organismo contra agentes invasores, como bactérias e vírus.*

Macrófagos: *importantes células do sistema imune, têm capacidade fagocítica estando envolvidas na eliminação de células/partículas estranhas ao organismo.*

Outras sugestões:

O glossário pode ser elaborado em formato físico. Os estudantes podem confeccioná-lo utilizando papel sulfite, adicionando desenhos e/ou colagens com as imagens necessárias para complementar o trabalho.

Sugestão de atividade 3

Jogo da memória imunológico

Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia geral	10

- **Objetivo:**

Revisar e reforçar conceitos básicos de imunologia de forma divertida, interativa e colaborativa.

- **Materiais necessários:**

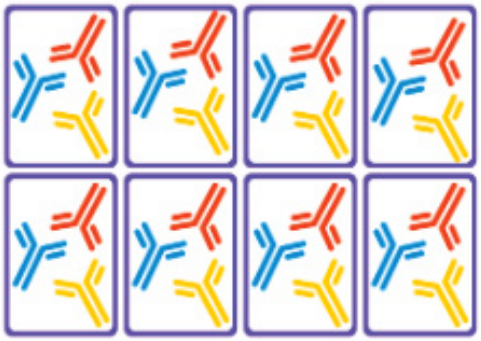
Cartões (podem ser impressos ou feitos manualmente), com pares sobre conceitos básicos de imunologia.

Modelos de cartões (frente).

Material completo

Acesse aqui!

Modelos de cartões (verso).



- **Como fazer?**

1. Utilize os modelos de pares de cartas relacionadas a temas-chave de imunologia;
2. Disponha os cartões virados para baixo, misturados em uma superfície plana.

3. Os alunos jogam em duplas ou grupos.
4. Cada jogador pode virar dois cartões por vez, tentando encontrar os pares corretos.
5. Quando um par é encontrado, o jogador explica o conceito aos colegas, consolidando o aprendizado.

O jogo estimula a memória, promove a colaboração entre os alunos e facilita a revisão de conceitos de imunologia de forma leve e envolvente!

Outras sugestões:

Uma alternativa é pedir para que os alunos criem o jogo da memória em grupos, elaborando pares de cartões com perguntas e respostas ou termos e definições de imunologia. Isso estimula a criatividade, o trabalho em equipe e a compreensão do conteúdo, além de tornar a atividade mais interativa ao trocar os jogos entre os grupos.

Sugestão de atividade 4

Seminários imunológicos		
Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia geral	14

- **Objetivo:**

Promover o aprofundamento do conhecimento dos alunos nos temas relacionados ao sistema imunológico e suas interações com diferentes condições e situações clínicas, utilizando metodologias ativas para estimular a participação, reflexão e aplicação prática dos conceitos.

- **Materiais necessários:**

Material sugerido em "Saiba mais" e "Outras sugestões" do capítulo I (páginas 16, 17, 18 e 19).

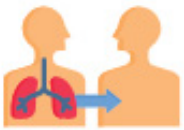
- **Como fazer?**

1. Divida a turma em grupos, sendo que cada grupo ficará responsável por um dos temas propostos (o número de grupos vai depender de quais materiais sugeridos serão selecionados para a atividade).
2. Cada grupo realizará uma pesquisa aprofundada sobre o tema atribuído, reunindo informações relevantes, como conceitos principais, exemplos, implicações clínicas e dados atualizados.
3. Durante o seminário, cada grupo será responsável por apresentar e facilitar a compreensão do seu tema para os outros grupos.
4. Após cada seminário será aberto espaço para perguntas dos colegas e discussão dos temas.

Outras sugestões:

O professor e os estudantes podem propor outros temas relacionados à imunologia para os seminários, de acordo com a necessidade da turma.

Sugestão de atividade 5



Situações Problemas de imunologia		
Capítulo	Tema	Página
I	Imunologia geral	15

- **Objetivo:**

Desenvolver o pensamento crítico dos estudantes ao analisarem situações-problema relacionadas ao sistema imunológico.

- **Materiais necessários:**

Fichas com apresentação de situações a serem analisadas, fichas para construção de relatório de estudo com perguntas problemas, celulares (ou *tablets*) com acesso à internet.

Estudo de caso: HIV

Aids / HIV

A AIDS é a doença causada pela infecção do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV é a sigla em inglês). Esse vírus ataca o sistema imunológico, que é o responsável por defender o organismo de doenças. As células mais atingidas são os linfócitos T CD4+. O vírus é capaz de alterar o DNA dessa célula e fazer cópias de si mesmo. Depois de se multiplicar, rompe os linfócitos em busca de outros para continuar a infecção.

https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aids-hiv

https://agenciaaids.com.br/noticia/hiv-aumentou-entre-homens-jovens-de-15-a-29-anos-na-ultima-decada-destaca-correio-braziliense/

Situação problema 1

1.Qual a função da célula TCD4?
2. Se as células T não tem função de produzir anticorpos, porque a infecção por HIV, se não tratada corretamente, pode acarretar na diminuição desses agentes imunológicos?
3. Formule hipóteses que expliquem o aumento da infecção por HIV em jovens.
4. Em grupo, pense em ações profiláticas para diminuir a taxa de infecção por HIV nesse público.

Estudo de caso: Transplante de Medula óssea

Carlos, nascido em 1985, é filho de um casal com tipo sanguíneo O+. Desde pequeno, sabia que seu sangue também era O+, conforme apontado em exames realizados ao nascer. No entanto, em 2019, após ser curado de uma leucemia e passar por um transplante de medula óssea, novos exames de rotina indicaram que seu tipo sanguíneo agora é B+. Carlos ficou confuso, pois aprendeu nas aulas de genética que seria impossível um filho de pais O+ ter sangue B+. A descoberta gerou desconfiança e brigas na família, levando até a questionamentos sobre a paternidade e maternidade biológicas. Como grupo de estudo, sua tarefa é ajudar Carlos a compreender o que aconteceu.

Situação problema 2

1.É possível que um transplante de medula altere o tipo sanguíneo de um indivíduo? Justifique.

2.Carlos ainda mantém o material genético recebido dos pais após o transplante de medula? Justifique.

3.Você é o médico que realizou o transplante de Carlos. De que forma você explicaria a situação para Carlos e sua família, para evitar conclusões erradas?

Estudo de caso: transplantes

Recentemente, o apresentador Fausto Silva, conhecido como Faustão, passou por um transplante de coração. O procedimento foi essencial para salvar sua vida, mas a equipe médica explicou que o sucesso do transplante depende de fatores como compatibilidade entre o doador e o receptor e o controle da rejeição pelo sistema imunológico.

Considere o seguinte cenário: João, de 28 anos, foi diagnosticado com diabetes tipo 1 avançada, resultando em falência das células beta do pâncreas. Após várias tentativas de tratamentos convencionais, seu médico recomenda um transplante de células pancreáticas para restaurar a produção de insulina. O hospital apresenta três opções de transplante:

- Autoenxerto: João pode receber células pancreáticas cultivadas a partir de suas próprias células-tronco, retiradas antes do desenvolvimento da diabetes.
- Aloenxerto: João pode receber células pancreáticas de seu irmão, que é compatível e saudável.
- Xenoenxerto: João pode receber células pancreáticas de um porco geneticamente modificado para minimizar a rejeição humana.

Situação problema 3

1. *Por que é necessário o uso de medicamentos imunossupressores em casos de transplante de órgãos como o de Faustão?*
2. *Pensando em como o sistema imune do receptor deve reagir a transplantes, qual tipo de transplante apresenta maior risco de rejeição para João? Justifique.*
3. *Dos tipos de enxertos apresentado, qual pode ser comparado ao transplante cardíaco realizado no Faustão? Justifique.*

Situação problema 4

Estudo de caso: imunização cruzada

Acesse o QR code abaixo e leia a matéria "Coronavírus: o que é a imunidade cruzada e por que ela pode ser chave no combate à covid-19"

Por que algumas pessoas infectadas com o novo coronavírus apresentam apenas sintomas leves ou ficam assintomáticas? Um estudo publicado recentemente na revista Cell apresenta uma hipótese esperançosa: ter superado outros coronavírus pode deixar alguma imunidade no corpo. Isso é conhecido como imunidade cruzada.

BBC NEWS BRASIL

Coronavírus: o que é a imunidade cruzada e por que ela pode ser a chave no combate à covid-19

1. *O que caracteriza a imunidade inata? Cite exemplos de como esse tipo de imunidade pode atuar contra vírus como o SARS-CoV-2.*
2. *Como a imunidade adaptativa contra o SARS-CoV-2? Descreva o papel dos linfócitos T e B nesse processo.*
3. *Baseando-se nos conceitos de imunidade cruzada, por que pessoas previamente expostas a outros coronavírus poderiam ter uma resposta mais eficaz ao SARS-CoV-2?*
4. *Imagine que você é um pesquisador envolvido no desenvolvimento de uma nova vacina contra o SARS-CoV-2. Como você utilizaria os conceitos de imunidade cruzada para aprimorar o design da vacina e aumentar sua eficácia?*

Material completo *Acesse aqui!*

- **Como fazer?**

1. Dividir os alunos em grupos de 3 a 5 pessoas.
2. Separar as situações problemas em estações.
3. Os estudantes devem realizar uma rotação pelas estações, analisando e discutindo todas as situações problemas disponibilizadas. Nesse momento os alunos poderão fazer uso de seus aparelhos celulares para pesquisa. O ideal é deixar 10 minutos para cada estação.
4. Cada grupo deve entregar, ao final da rotação por estações, um relatório com as análises realizadas.

Outras sugestões:

Em outra aula, sortear uma situação problema para que cada grupo apresente suas observações para a turma, abrindo espaço para debate e troca de informações entre os grupos.

Sugestão de atividade 6

Júri Simulado: Vacinação, direito individual ou dever coletivo?

Capítulo	Tema	Página
II	Vacinas: imunização na dose certa	17

- **Objetivo:**

Desenvolver o pensamento crítico e argumentativo dos alunos, promovendo a compreensão sobre o impacto da vacinação na saúde pública.

- **Materiais necessários:**

A. Fontes de pesquisa para os estudantes: artigos científicos e de divulgação científica, legislação, livros didáticos, dados estatísticos, notícias, sites *podcasts*, vídeos e documentários educativos, entre outros.

B. Computadores, *tablets* e/ou *smartphones* para pesquisa, montagem de apresentação de slides, entre outros.

C. Projetor e/ou quadro para apresentar e organizar os argumentos.

D. Um roteiro com instruções detalhadas sobre a atividade e espaço adequado para o debate.

- **Como fazer?**

1. Dividir os alunos em 3 equipes:
   - acusação, defesa e júri.
2. Orientar as equipes para pesquisa e preparação do trabalho.
3. Desenvolver a atividade em sala de aula.

- **Orientações para as equipes:**

Equipe de acusação: deve pesquisar argumentos e evidências que apoiem a ideia de que a vacinação é um dever coletivo (impactos na imunidade de rebanho, saúde pública, pandemias, etc.), e, portanto, a vacinação deve ser obrigatória.

Equipe de defesa: deve reunir argumentos sobre o direito à escolha individual, liberdade pessoal, e eventuais exceções para vacinação.

Equipe do júri: deve preparar perguntas críticas para ambos os lados e conhecer o tema para uma avaliação justa.

É fundamental evitar questões religiosas ou políticas, focando na eficácia e segurança das vacinas como medidas de saúde coletiva, sem envolver crenças pessoais ou ideologias partidárias.

- **Avaliação:** deve considerar a compreensão do tema, a qualidade da argumentação, o respeito ao debate, a participação e o engajamento dos estudantes.

Outras sugestões:

O júri pode ser composto por estudantes de outras turmas ou até mesmo por professores de outras disciplinas.

Sugestão de atividade 7

O que tem na vacina?

Capítulo	Tema	Página
II	Vacinas: imunização na dose certa	20

- **Objetivo:**

Sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre a composição das vacinas, introduzir conceitos-chave como antígenos, adjuvantes e conservantes, promover reflexão crítica e ajustar de concepções equivocadas de forma colaborativa.

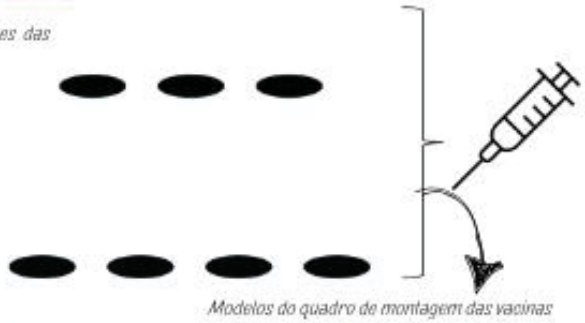
- **Materiais necessários:**

1. Cartões representando os ingredientes reais (que fazem parte da composição das vacinas);
2. Cartões representando os ingredientes distratores (que não fazem parte da composição das vacinas);
3. Quadros para a montagem das vacinas pelos grupos.
4. Tesouras e colas.

Modelos de cartões representando ingredientes das vacinas (reais e distratores)

Acesse aqui!

Material completo

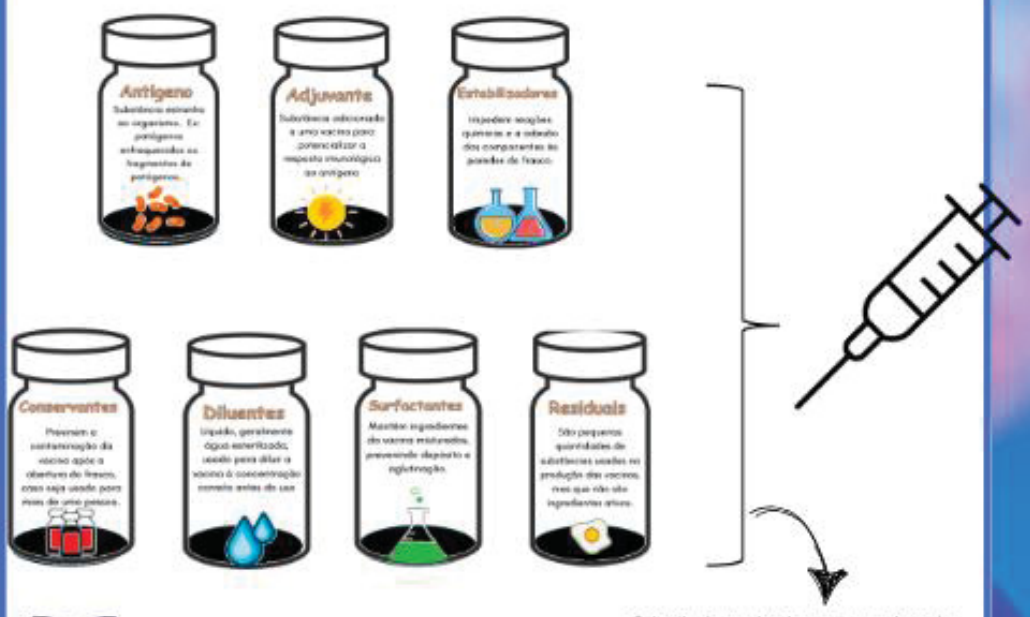


Modelos do quadro de montagem das vacinas

Como fazer?

1. Divida a turma em equipes de 4 ou 5 alunos;
2. Explique que o objetivo é montar uma vacina contra uma doença hipotética (ou real, como a gripe ou COVID-19).
3. Entregue a cada grupo os cartões de ingredientes (reais e distratores) e o quadro de montagem da vacina.
4. Oriente os grupos a refletirem e discutirem em si quais ingredientes devem selecionar para fabricar uma vacina;
5. Os grupos devem colar os ingredientes selecionados no quadro organizador e fazer uma breve explicação escrita de escolhas.
6. Cada grupo apresenta sua composição explicando por que usaram ou deixaram de fora determinados componentes.
7. Após as apresentações, o professor analisa e discute cada componente.
8. Para finalizar a atividade o professor deve montar no quadro a composição adequada para uma vacina.

- Gabarito do componentes: antígeno, adjuvante, estabilizadores, conservantes, diluentes, surfactantes e residuais.



Gabarito do quadro de montagem da vacina.

Outras sugestões:

Ao invés de colar os ingredientes no quadro de montagem de vacinas outra ideia é levar um frasco transparente onde os estudantes devem inserir os ingredientes da atividade.

Sugestão de atividade 8

Vacinação: ferramenta de saúde individual e coletiva

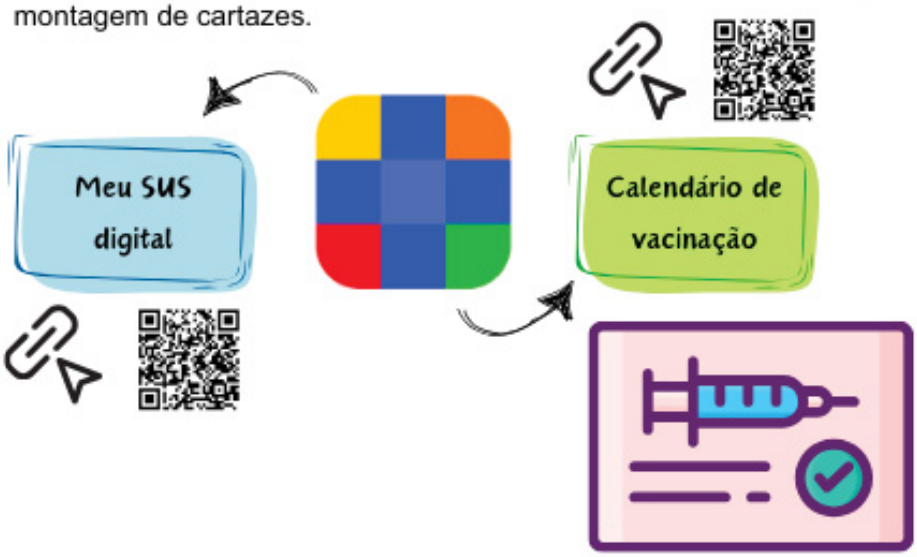
Capítulo	Tema	Página
II	Vacinas: imunização na dose certa	29

- **Objetivos:**

Promover a conscientização sobre a importância da vacinação, ambientar os alunos com o programa "Meu SUS Digital" e o "Calendário de Vacinação Nacional", verificar a situação vacinal e desenvolver habilidades de comunicação para criar campanhas educativas.

- **Materiais necessários:**

1. Carteiras de vacinação dos alunos;
2. Celulares com acesso ao aplicativo "Meu SUS Digital" ou computadores e/ou tablets com acesso ao site com o mesmo nome.
3. Impressões ou cópias digitais do Calendário de Vacinação Nacional (disponíveis em formato físico ou projetadas no quadro). O calendário também pode ser acessado através do site do Ministério da Saúde.
4. Papéis coloridos, sulfites, cartolinas, canetinhas, lápis de cor, marcadores permanentes, tesoura, cola e outros materiais para montagem de cartazes.



- **Como fazer?**

1. *Preparação:*

- Solicite que os alunos tragam suas carteiras de vacinação no dia da atividade.
- Instrua os alunos a baixarem o aplicativo "Meu SUS Digital" em seus celulares (se possível).

2. *Introdução ao Tema:*

- Apresente rapidamente o conceito de imunização e sua relevância para a saúde individual e coletiva.
- Explique como funciona o "Meu SUS Digital" e o acesso ao "Calendário de Vacinação Nacional".
- Destaque a importância de manter a carteira de vacinação atualizada.

3. *Investigação Prática:*

- Etapa 1: Em grupos os estudantes devem comparar as informações de suas carteiras de vacinação com o "Calendário de Vacinação Nacional", identificando as vacinas que deveriam ter sido aplicadas até a sua faixa etária.

Etapa 2 Os alunos devem utilizar o "Meu SUS Digital" para verificar se suas vacinas estão registradas no sistema e identificar possíveis discrepâncias.

Etapa 3: Para vacinas em atraso ou registros faltantes, discuta as possíveis razões e as consequências de não estar com o esquema vacinal completo.

4. *Criação de Campanhas Educativas:*

- Os estudantes, em grupos, devem criar uma campanha educativa de vacinação, considerando as descobertas feitas durante a investigação. Cada grupo deve definir o público-alvo, a mensagem principal e os meios de divulgação (ex.: panfletos, redes sociais, vídeos curtos ou murais escolares).
- Incentive a criatividade, como uso de slogans, desenhos, e dados estatísticos, para tornar as campanhas mais impactantes.
- Os grupos apresentam suas campanhas para a turma (ou colégio).

Outras sugestões:

Sugere-se uma parceria com a unidade básica de saúde (UBS) local para realizar uma campanha de vacinação na escola, com autorização da gestão, consentimento dos pais. A ação pode permitir uma atualização vacinal e palestras educativas com profissionais da saúde.

Sugestão de atividade 9

Imunidade de rebanho		
Capítulo	Tema	Página
II	Vacinas: imunização na dose certa	38

- **Número de alunos para a atividade: máximo 30.**

Para turmas maiores, recomenda-se adaptar a atividade, ampliando o número de casas no tabuleiro, atribuindo funções extras a alguns alunos (como registrar dados, controlar o tempo das rodadas, entre outras tarefas) ou organizando revezamento entre os participantes em cada rodada.

- **Objetivos:**

Introduzir o conceito de imunidade de rebanho de forma lúdica.

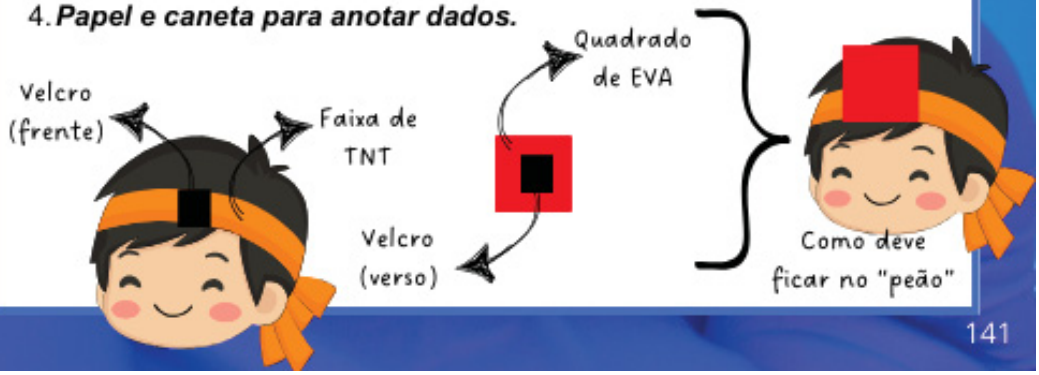
- **Materiais necessários:**

1. ***Para tabuleiro:*** giz ou fita adesiva para demarcar o chão. Outra possibilidade é o uso de bambolês para usar como espaços no tabuleiro (45 no total).
2. ***Para identificação dos peões:***

- 30 faixas de material TNT com um pedaço de velcro no centro.
- 30 quadrados de EVA roxo.
- 30 quadrados de EVA amarelo.
- 24 quadrados de EVA vermelho
- 02 quadrados de EVA branco.

} com a outra parte do velcro

3. ***Cronômetro***
4. ***Papel e caneta para anotar dados.***



- **Como fazer?**

Delimite o tabuleiro:

- Utilize um espaço amplo, como o pátio, a quadra de esporte ou uma sala de aula vazia;
- Faça a demarcação no chão com fita adesiva/giz ou com a distribuição de bambolês para representar as "casas" do tabuleiro.
- Sugestão de demarcação com fita/giz: tabuleiro de 7 x 7 (49 casas), cada casa com 50cm (espaço total: 3,5m x 3,5m =12,25 m².

Explique o jogo para os estudantes:

- Cada participante representa um peão, e as cores representam as funções de cada peão:

Roxo = infectado
Objetivo: Contaminar o máximo de peões "vermelhos".

Amarelo = vacinado
Objetivo: Não tem risco de ser infectado nem de transmitir a doença. Pode auxiliar na proteção dos peões vulneráveis (vermelhos)

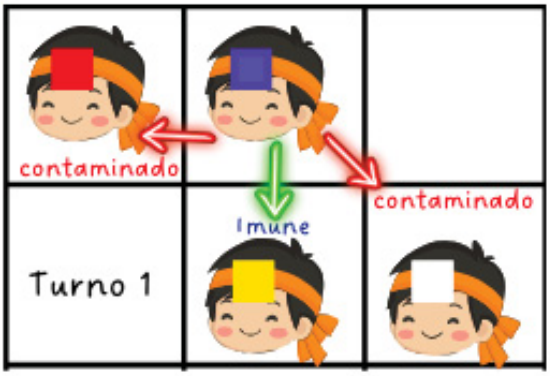
Vermelho = não vacinados
Objetivo: Evitar a contaminação mantendo distância dos peões "roxos".

Branco = vulnerável
Objetivo: Representarm pessoas que, por algum motivo, não podem ser vacinadas, como indivíduos imunodeprimidos, ou que não desenvolveram imunidade após a vacinação. Assim como os peões "vermelhos", devem evitar a contaminação mantendo distância dos peões "roxos".

- Cada participante pode escolher livremente a posição no tabuleiro no início do jogo.
- O jogo vai ter 4 rodadas e cada rodada é jogada em turnos.
- Cada aluno pode mover-se apenas uma casa por turno.
- Os peões têm até 10 segundos por turno para decidir e realizar seus movimentos. O professor ou um mediador pode contar o tempo em voz alta para manter o ritmo do jogo.
- Movimentos permitidos: frente, trás, esquerda, direita ou diagonal (em qualquer direção).

Como funcionam as "infecções":

- Se um peão "roxo" (infectado) terminar seu movimento em uma casa ao lado(incluindo diagonais) de um peão "vermelho" (não vacinado) ou "branco" (vulnerável), esses peões são contaminados.
- Os peões contaminados devem trocar seu acessório (EVA colorido) para a cor "roxa", o que altera sua função no jogo no turno seguinte (agora, devem infectar outros peões).



Peão roxo pode contaminar peões vermelhos e brancos nas casas adjacentes a sua

No turno seguinte, peões contaminados passam a usar acessório roxo e podem contaminar novos peões.

Rodadas

- Uma rodada termina quando:

1. **Situação A:** Todos os "vermelhos" e "brancos" forem infectados (tornaram-se "roxos").
2. **Situação B:** após um número pré-definido de turnos (por exemplo, 10 turnos).

Primeira rodada:

- Simula surgimento de uma nova doença
- Jogo inicia com 1 peão "roxo" (infectado), 02 peões "brancos" (vulneráveis) e 27 peões "vermelhos" (não vacinados).
- Anotar quantos turnos foram necessários (situação A) ou quantos peões foram infectados no final da rodada (situação B).

Segunda rodada:

- Simula situação na qual 10% da população foi vacinada (baixa cobertura vacinal).
- Jogo inicia com 3 peões "amarelos" (vacinados), 1 peão "roxo" (infectado), 02 peões "brancos" (vulneráveis) e 24 peões "vermelhos" (não vacinados).
- Anotar quantos turnos foram necessários (situação A) ou quantos peões foram infectados no final da rodada (situação B).

Terceira rodada:

- Simula situação simula na qual a cobertura vacinal é de 80%.
- Jogo inicia com 24 peões "amarelos" (vacinados), 1 peão "roxo" (infectado), 02 peões "brancos" (vulneráveis) e 3 peões "vermelhos" (não vacinados).
- Anotar quantos turnos foram necessários (situação A) ou quantos peões foram infectados no final da rodada (situação B).

Quarta rodada:

- Simula queda na cobertura vacinal, com 50% de vacinados.
- Jogo inicia com 15 peões "amarelos" (vacinados), 1 peão "roxo" (infectado), 02 peões "brancos" (vulneráveis) e 12 peões "vermelhos" (não vacinados).
- Anotar quantos turnos foram necessários (situação A) ou quantos peões foram infectados no final da rodada (situação B).

No final das rodadas:

- A partir dos dados coletados em cada rodada, elaborar gráficos e fazer uma comparação entre os resultados das rodadas, a fim de analisar o impacto das distintas taxas de vacinação.

Atividade baseada no "Jogo da Imunidade Coletiva", desenvolvido pela Escola Superior do Instituto Butantan. O jogo original pode ser acessado por meio do QR Code e do link ao lado.

Outras sugestões:

A atividade pode ser adaptada para ser realizada em um tabuleiro de papel, utilizando peças que representem os peões, caso haja limitações de espaço físico.

Sugestão de atividade 10

Estudo de caso: soro

Capítulo	Tema	Página
III	Soros: ação imediata, mas temporária	51

- **Objetivos:**

Promover uma reflexão sobre o uso de soros em situações de emergência, em comparação com outros tratamentos como vacinas, preparando os alunos para o estudo do capítulo de soros.

- **Materiais necessários:**

Roteiro com estudo de caso, com algumas informações e perguntas norteadoras.

- **Como fazer?**

Dividir os estudantes em grupos (de até 5 alunos) e entregar roteiro com estudo de caso para ser discutido e respondido. O professor deve mediar as discussões auxiliando os estudantes sempre que necessário.

Caso a ser estudado:

Em uma pequena cidade do estado do Paraná, uma criança foi picada por uma cobra enquanto brincava perto de uma área de mata. A picada rapidamente começou a apresentar sinais graves. A família foi buscar atendimento médico. No hospital, o médico, após uma rápida avaliação clínica, suspeitou que a cobra fosse venenosa, possivelmente de uma espécie conhecida por causar reações intensas no organismo. Embora a espécie da cobra ainda não estivesse confirmada, o médico iniciou um protocolo de investigação, ao mesmo tempo que tomava as primeiras medidas de emergência. A equipe médica começou a preparar uma possível administração de soro antiofídico, enquanto aguardava os resultados dos exames para determinar a espécie do veneno e definir o tratamento específico a ser seguido. A família não conseguiu levar o animal para ser analisado pelos profissionais da unidade de saúde.

Informações apresentadas no roteiro de estudo:

CORAL-VERDADEIRA
Espécie: *Micrurus corallinus*.
Onde habita: Mata Atlântica.
Características físicas: corpo longo e fino, coberto de listras coloridas que intercalam preto, vermelho e branco.

A coloração tem o objetivo é sinalizar aos predadores já de cara que ela é bem perigosa – na natureza, esse tipo de recurso se chama coloração de advertência ou aposematismo. Considerada uma das serpentes mais peçonhentas do território brasileiro, a coral-verdadeira tem um veneno de alta toxicidade que afeta diretamente o sistema nervoso. Se uma pessoa é picada, os primeiros sintomas são dormência no local, visão turva e dificuldade na fala. Porém, aos poucos, a peçonha começa a afetar o restante do sistema nervoso, provocando paralisia de músculos importantes, como coração e diafragma - esse último, por exemplo, é um órgão importante que auxilia na respiração.

CASCAVEL
Espécie: *Crotalus durissus*, da ordem Squamata e da família Viperidae
Onde habita: regiões abertas dos diversos biomas brasileiros
Características físicas: pode chegar a mais de 1,50 m, possui chocalho no final da cauda, coloração castanha ou acinzentada ornamentada com linhas formando desenhos dorsolaterais, em formato de losango – ou diamante

A cascavel (*Crotalus durissus*) possui uma forma muito particular de se defender de predadores e outros animais. Na ponta de sua cauda, a cascavel possui um guizo (chocalho) que, ao ser agitado, provoca um som inconfundível, mandando um claro recado a todos ao redor: "Se afaste, eu sou a cascavel e sou perigosa". A *Crotalus durissus* é a única espécie de cascavel encontrada no Brasil, sendo comum nas áreas abertas de todas as regiões brasileiras. Ela prefere campos abertos, com vegetação rasteira, como áreas de Cerrado, Caatinga etc. Além disso, pode ser encontrada em certos tipos de plantação (como café e cana-de-açúcar) e em pastagens. Ela possui um veneno bastante tóxico, atacando os músculos e o sistema nervoso. A picada pode causar a sensação de formigamento ou dor no local, geralmente sem lesão ou inchaço muito evidente. O paciente pode apresentar dificuldade de manter os olhos abertos, visão turva ou dupla, dificuldade de fala, dores musculares generalizadas e urina escura.

JARARACA
Espécie: *Bothrops jararaca*
Onde habita: do estado da Bahia até o Rio Grande do Sul, principalmente na Mata Atlântica.
Características físicas: Possui cores que variam entre marrom, esverdeado, amarelado e cinza, com manchas em forma de ferradura na lateral do corpo.

A jararaca (*Bothrops jararaca*) é uma das serpentes mais comuns do sudeste do Brasil, mas há várias espécies de jararacas (gênero *Bothrops*) espalhadas por todo o país. Ela pode ser encontrada da Bahia até o Rio Grande do Sul, associada à Mata Atlântica. Os principais sintomas da picada de uma jararaca adulta em humanos são dor e inchaço local, às vezes com manchas arroxeadas e sangramento no ferimento. Também podem ocorrer sangramentos em mucosas, como nas gengivas e nariz. As complicações podem provocar infecção e necrose na região da picada e insuficiência renal aguda. De acordo com o Ministério da Saúde, o grupo das jararacas é o maior causador de acidentes com cobras no país.

Questões norteadoras:

a.Se existisse uma vacina para picada de cobra, ela deveria ser aplicada na criança após a picada do animal? Justifique sua resposta.

b.Inicialmente, o médico estava em dúvida entre o envenenamento causado por duas espécies de cobra: coral e cascavel. Com base nas informações disponíveis ao grupo, por que a cobra jararaca deve ter sido descartada como suspeita?

c.Depois de uma análise minuciosa, o médico chegou à conclusão que a cobra que causou o acidente era uma cascavel. Que sintoma apresentado pela criança pode ter ajudado a chegar nessa conclusão?

d.O que há no soro antiofídico que possibilita a cura dos pacientes, desde que o tratamento seja iniciado a tempo?

e.Qual a importância de identificar corretamente o animal causador do acidente nesse caso?

- **Finalizando:**

Após a entrega dos relatórios, o professor deve revisar as questões e pedir que os grupos compartilhem suas respostas, explicando o raciocínio por trás delas. Em seguida, o professor pode conduzir a discussão no quadro, elaborando um resumo com os conceitos corretos.

Respostas esperadas (gabarito)

a. Não, a vacina não seria eficaz, pois ela serve para prevenir doenças. Após a picada de cobra, o corpo já foi exposto ao veneno, e o que é necessário é o soro antiofídico, que neutraliza o veneno de forma mais rápida.

b. A cobra jararaca foi descartada porque paravelmente a criança apresentou algum sintoma relacionado ao sistema nervoso, mais compatíveis com o veneno de cascavel ou coral.

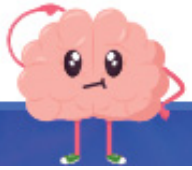
c. O sintoma que ajudou na conclusão do diagnóstico provavelmente foi o inchaço localizado e dor intensa na região da picada, o que não é esperado na picada da coral (que causa formigamento).

d. O soro contém substâncias que atuam como antídotos, neutralizando o veneno no corpo e prevenindo efeitos tóxicos graves, o que permite a recuperação do paciente. (Talvez algum aluno consiga lembrar das aulas do ensino fundamental ou até mesmo concluir com o grupo que o soro possui anticorpos).

e. A identificação correta do animal é essencial para garantir o uso do soro adequado, pois cada tipo de veneno requer um soro específico. Um erro na identificação pode ser fatal ou resultar em sequelas graves.

Outras sugestões:

Essa atividade pode ser proposta como um exercício pré-aula, em que os alunos pesquisam em casa e trazem as respostas prontas para discussão na sala.



Sugestão de atividade 11

Soro: simulação visual de neutralização de antígenos com Indicadores de pH

Capítulo	Tema	Página
III	Soros: ação imediata, mas temporária	61

- **Objetivos:**

Demonstrar como o soro hiperimune neutraliza toxinas no organismo, utilizando uma analogia visual com mudanças de pH, para explicar o funcionamento deste tratamento de forma acessível e prática.

- **Materiais necessários:**

1. Indicador de pH natural: extrato de repolho roxo (representa o sangue).
2. Ácido: Vinagre ou suco de limão (representa a toxina).
3. Base: Solução de bicarbonato de sódio (representa o soro).
4. Copos ou béqueres transparentes (5).
5. Pipetas ou colheres para misturar os líquidos.
6. Corantes alimentícios de 2 cores (sugestão amarelo e azul).
7. Água.

- **Preparo do material:**

A. *"Sangue" (Indicador de pH):* ferva folhas de repolho roxo em água por cerca de 10 minutos e coe o líquido roxo (cerca de 150 mL).
B. *"Toxina" (ácido):* adicione uma gota de corante amarelo em 10 mL de vinagre ou suco de limão.
C. *"Soro" (base):* adicione uma gota de corante azul à solução de bicarbonato de sódio (uma colher de chá em 50 mL de água).

"Sangue" (indicador de pH)

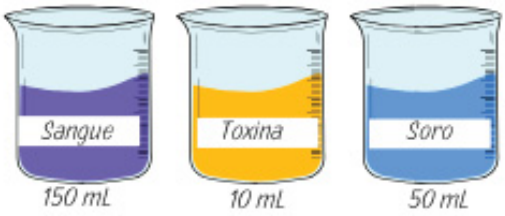
"Toxina" (ácido)

"Soro" (base)

Use corantes em concentrações muito baixas para garantir que as mudanças naturais de cor do extrato de repolho roxo ainda sejam visíveis durante o experimento.

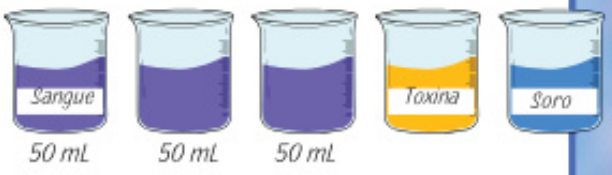
O uso de corantes alimentícios serve apenas para diferenciar visualmente os líquidos que representam a toxina (ácido) e o soro (base), sendo seu uso opcional.

- **Como fazer?**

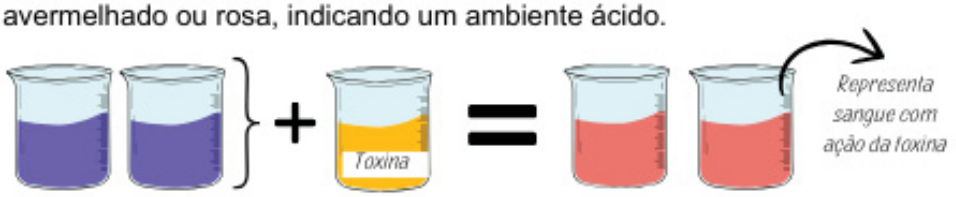


Identificar 3 os recipientes, com líquidos previamente preparados, com os termos "sangue", "toxina" e "soro" (ou escrever no quadro o que cada líquido representa).

Dividir o suco de repolho (representando o "sangue") em 3 recipientes, utilizando os 2 recipientes que ainda estão vazios.



Simulação da ação da toxina: pegue 2 dos frascos com suco de repolho ("sangue") e adicione vinagre ou suco de limão ("toxina"). Coloque algumas gotas de cada vez à solução de repolho roxo. A cor mudará para um tom avermelhado ou rosa, indicando um ambiente ácido.



Simulação da ação do soro: pegue 1 dos frascos com "ação da toxina" (vermelho/rosa) e adicione lentamente as gotas do "soro" (solução de bicarbonato de sódio)e observe a mudança gradual da cor. A solução deve voltar a um tom roxo, azul ou até mesmo verde, dependendo do equilíbrio alcançado. Isso representa a neutralização da acidez.

Caso, após a aplicação do "soro" a solução não volte ao tom roxo (fique verde ou azul) o professor pode citar que essa cor representa o sangue com a ação dos anticorpos presentes no soro.

No final da atividade o cenário deve ser o seguinte:

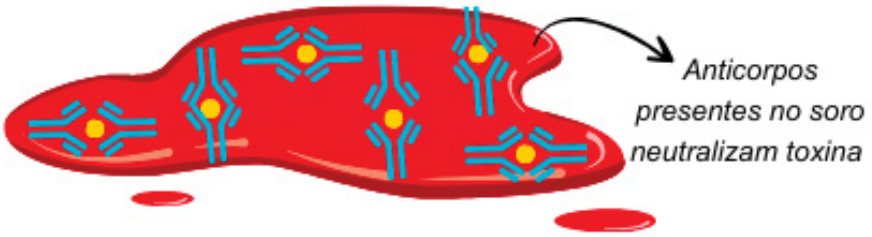
- **Discussão:**

Após a prática, relacione as mudanças de cor às etapas da ação da toxina e do soro. Discuta como o soro hiperimune é preparado com anticorpos que neutralizam diretamente toxinas específicas no organismo.

Reforce a ideia de que o corpo precisa de equilíbrio (homeostase) para funcionar adequadamente.

- **Finalização:**

Como parte final da atividade, solicite aos alunos que realizem uma pesquisa sobre a ação de uma toxina (ou veneno) no organismo, escolhendo uma que já tenha um soro disponível para tratamento. Peça também que elaborem um desenho representando a intervenção do soro no organismo após envenenamento, seja por acidente com animais peçonhentos ou pela ação de toxinas.



Exemplo de desenho representado o que foi pedido.

Outras sugestões:

Essa atividade também pode ser utilizada como uma introdução ao conceito de soro e seu funcionamento, preparando os alunos antes de abordar o conteúdo em detalhes.

Sugestão de atividade 12

"Animação imunológica!"		
Capítulo	Tema	Página
IV	Na linha de defesa: soros e vacinas em contexto	76

- **Objetivos:**

Criação de curtas-metragens em *stop motion* explicando diferentes aspectos dos soros e vacinas, promovendo aprendizado ativo e criatividade.

- **Materiais necessários:**

Aplicativo *Estúdio Stop Motion* (ou outro similar).
Papel, massinha de modelar, recortes, LEGO ou outros materiais para cenários e personagens.
Celulares ou *tablets* com o *app* instalado.

- **Como fazer?**

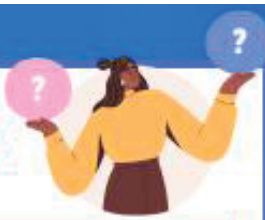
✅ Organizar a turma em grupos de até 5 alunos;
✅ Explicar a instalação e o uso do app Estúdio Stop Motion;
✅ Sortear e distribuir os temas das animações entre os grupos;
✅ Estimular a criatividade na criação de roteiros e cenários;
✅ Após a finalização, cada grupo deve apresentar sua animação para a turma;
✅ Abrir espaço para perguntas e debates sobre os temas abordados.

- **Sugestões de Temas:**
1. Como funciona uma vacina?
2. Como funcionam os sosos?
3. Vacinas x Soros
4. História da vacina
5. *Fake news* sobre vacinas
6. Vacinação e erradicação da poliomielite
7. Vacinação e COVID-19
8. Soro contra a raiva

Outras sugestões:

Essa atividade pode ser enriquecida com a interdisciplinaridade envolvendo as áreas de Artes e Língua Portuguesa, criando um ambiente mais integrador e completo para os alunos.

Sugestão de atividade 13



"Soro ou Vacina? A Grande Decisão da Imunização!"

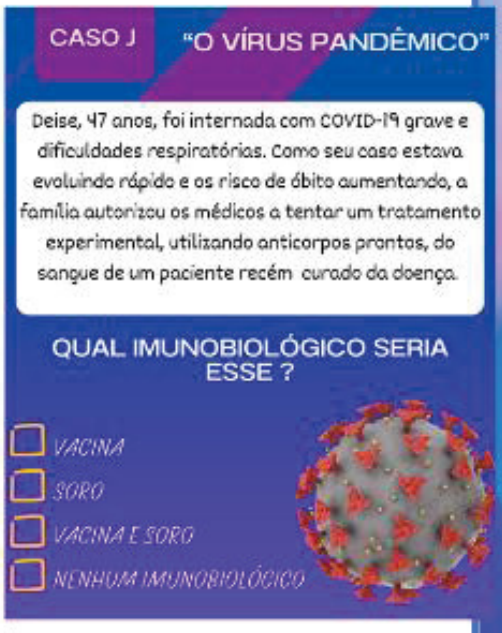
Capítulo	Tema	Página
IV	Na linha de defesa: soros e vacinas em contexto	77

- **Objetivos:**

Incentivar os estudantes a compreenderem as diferenças entre soro e vacina, além de analisar situações do cotidiano que envolvem o uso desses imunizantes.

- **Materiais necessários:**

26 cartões contendo casos variados para análise;
02 cartões coringa;
Folha (ou quadro) para anotar pontuação das equipes.



Exemplos dos cartões com os casos

Acesse aqui! *Material completo*

- **Como fazer?**

Preparação:

1. Colocar os cartões, em ordem aleatória, em uma mesa, com o verso virado para cima (para estudante não conseguir ler na hora da escolha).
2. Divida os estudantes em 4 equipes.
3. Faça um sorteio da ordem de participação de cada equipe.
4. Cada equipe escolhe 2 integrantes para escolher os cartões com os casos.

Atividade:

- **Cartões:** Os integrantes escolhidos de cada equipe vão até a mesa com os cartões e escolhem um cartão de cada vez, na ordem sorteada anteriormente. Isso se repete até que todos os cartões sejam escolhidos. No final, cada equipe terá 7 cartões com os casos a serem estudados.
- **Discussão:** As equipes terão 15 minutos para discutir os cartões entre si e identificar os imunobiológicos referentes a cada caso.

- **Apresentação:** Seguindo a ordem do sorteio, as equipes deverão apresentar um cartão com um caso à turma, identificar qual imunobiológico deve ser utilizado ou a qual imunobiológico o caso se refere e explicar como chegaram a essa conclusão.
- **Pontuação:** após cada caso apresentado, o(a) professor(a) deve dizer se o grupo está certo ou errado e anotar as pontuações de cada equipe, conforme listado abaixo:

Resposta correta:
10 pontos

Resposta parcialmente correta:
05 pontos

Resposta incorreta:
00 pontos

CASO M "QUIRÓPTERO SEM RADAR"

José, 73 anos, morador de uma área rural, encontrou um morcego caído no quintal de sua casa durante o dia. Sensibilizado pela situação, ele decidiu tentar ajudar o animal, achando que estava apenas ferido. Para pegá-lo, utilizou as mãos sem proteção. Durante o contato, o morcego, assustado, arranhou a mão de João antes de ele conseguir colocá-lo em um recipiente seguro.

QUAL IMUNOBIOLÓGICO USAR ?

- ☐ VACINA
- ☐ SORO
- ☐ VACINA E SORO
- ☐ NENHUM IMUNOBIOLÓGICO

Exemplo: A resposta correta para esse caso é "Vacina e Soro". Caso o grupo responda apenas "soro" ou apenas "vacina", receberá 5 pontos. No entanto, quando a resposta correta for apenas "soro" ou apenas "vacina", responder "vacina e soro" será considerado um erro, valendo 0 pontos.

CASO Q "A COBRA CONFUSA"

Lucas, de 15 anos, tem um animal de estimação incomum: uma cobra-do-milho, animal sem peçonha muito popular entre amantes de répteis. Durante a limpeza do terrário, ele acabou sendo mordido pela cobra, que estava trocando de pele—a fase em que esses animais costumam ficar mais defensivos por conta da visão prejudicada. Após o incidente, Lucas foi levado ao posto de saúde para avaliação.

QUAL IMUNOBIOLÓGICO USAR ?

- ☐ VACINA
- ☐ SORO
- ☐ VACINA E SORO
- ☐ NENHUM IMUNOBIOLÓGICO

"Carta pegadinha": carta que a resposta correta não é nem soro nem vacina!

CARTA CORINGA

Com esta carta, você ganha o poder mágico de refazer a resposta de um caso que deu errado! Use agora para corrigir o rumo ou guarde no bolso para salvar o dia no futuro!

"Carta coringa": dá direito ao grupo de responder novamente um caso que tenha respondido errado ou obtido resposta parcial.

A equipe com mais pontos vence a brincadeira!

Outras sugestões:

Uma outra sugestão é que as próprias equipes pensem nos casos a serem apresentados para as outras equipes responderem.

Sugestão de atividade 14

"Vacinação e os ODS: Conectando Saúde e Sustentabilidade"

Capítulo	Tema	Página
IV	Na linha de defesa: soros e vacinas em contexto	101

- **Objetivos:**

Promover uma compreensão profunda da importância da vacinação através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

- **Materiais necessários:**

Cartolinas ou folhas de papel kraft;
Canetas coloridas, lápis de cor, marcadores e adesivos;
Recortes de revistas, jornais ou impressões de imagens relacionadas à vacinação;
Fichas com informações sobre os ODS.

- **Como fazer?**

1. Explique o conceito dos ODS para os alunos.
2. Apresente todos os ODS, destacando suas metas e importância.
3. Divida os alunos em grupos de até 5 integrantes.
4. Entregue fichas com a descrição de cada ODS para os grupos.
5. Os grupos deverão refletir sobre como a vacinação pode ser um catalisador para alcançar os ODS, além de sua contribuição para resolver problemas globais, como a desigualdade no acesso à saúde.
6. Cada grupo escolherá livremente três ODS para relacionar com a vacinação e, com base nas ideias discutidas, criará um cartaz visual que deve: a. apresentar de forma clara os ODS escolhidos; b. mostrar como a vacinação contribui para atingir cada um desses ODS; c. utilizar imagens, ilustrações e informações para explicar a conexão entre vacinação e os ODS.
7. Após a finalização, cada grupo apresentará seu cartaz para a turma, explicando as conexões feitas entre a vacinação e os ODS escolhidos.

Outras sugestões:

Uma outra sugestão é que o professor deixe pré-estabelecido quais ODS cada grupo deve dar enfoque.

Sugestão de atividade 15

MYTHS vs FACTS

É *fake* ou é fato?		
Capítulo	Tema	Página
V	Além do boato: é *fake* ou é fato?	106

- **Objetivos:**

Abordar o tema "fake news" relacionadas a imunobiológicos, com o objetivo de desenvolver o pensamento crítico nos estudantes.

- **Materiais necessários:**

Slides com "chamadas de notícias";
Projetor ou TV para projeção de slides.

Acesse aqui! *Material completo*

Acesse aqui! *Versão para edição*

Exemplo de slide com "chamada de notícia"

Além da Picada: A História e a Ciência por trás das Vacinas e Soros — Janeiro, 2025

Fato ou Fake?

TRÍPLICE VIRAL PODE CAUSAR AUTISMO

Estudos revelam que vacina trivalente SCR, que previne sarampo, caxumba e rubéola, pode estar relacionada com casos de autismo em crianças que foram imunizadas.

- **Como fazer?**

1. Projetar os slides com as "chamadas de notícias";
2. Ler com os estudantes e dar um tempo para discussão;
3. Deixar estudantes explicarem porquê acham é fato ou *fake*;
4. Mostrar resposta correta e explicar conceitos abordados para turma.

Outras sugestões:

Outra sugestão é permitir que os próprios estudantes criem as "chamadas das notícias" em aulas anteriores, para apresentarem posteriormente aos colegas.

Sugestão de atividade 16

Portfólio - Soros e Vacinas		
Capítulo	Tema	Página
V	Além do boato: é *fake* ou é fato?	120

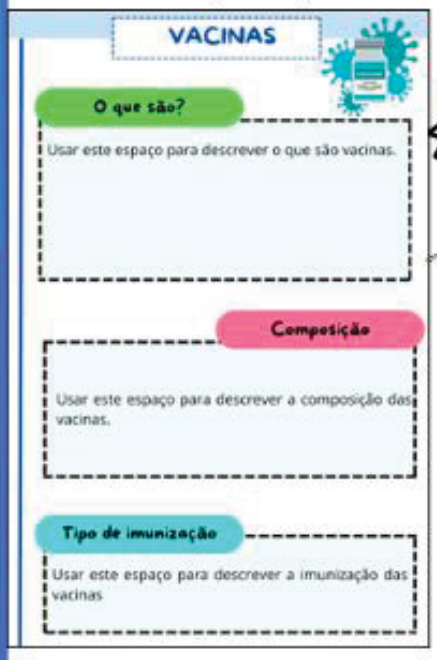
- **Objetivos:**

Organizar e ampliar conhecimentos sobre soros e vacinas por meio de um portfólio criativo e informativo.

- **Materiais necessários:**

1. Dispositivos com acesso à internet (computadores, *tablets* ou *smartphones*);
2. Conta na plataforma Canva (cada aluno pode criar uma conta gratuita).

Modelo de capa do portfólio



Acesse aqui!
Portfólio em PDF

Modelo de página do portfólio

Acesse aqui!
Portfólio no Canva

- **Como fazer?**

1. Passar o link do portfólio para os alunos;
2. Orientar quanto ao preenchimento;
3. Tirar dúvidas sempre que necessário;
4. Combinar forma de entrega:
   - Impresso ou *on-line*

Outras sugestões:

Outra sugestão é permitir os alunos criem seus próprios modelos de portfólio (físico ou *on-line*).

Capítulo VII
Desafios Imunológicos:
Testando Seus
Conhecimentos

Exercícios

Capítulo I

1. (FAMERP - adaptada) A exposição a partículas de poeira, pelos de animais ou pólen pode causar reações alérgicas como coceira, lacrimejamento, secreções nasais, espirros e erupções cutâneas. Nessas reações alérgicas, o corpo humano apresenta uma hipersensibilidade a determinadas substâncias, chamadas alérgenos, que são reconhecidas por alguns tipos especiais de anticorpos do tipo IgE, os quais se ligam a algumas células conjuntivas e liberam histamina. Em situações mais graves, essas reações podem causar um choque anafilático (ou anafilaxia). A qual classe de substâncias orgânicas pertencem os anticorpos? Por que a reação alérgica é considerada um tipo de imunidade adquirida?

2. O sistema imunológico desempenha um papel fundamental na proteção do organismo contra agentes causadores de doenças. Para isso, conta com duas linhas principais de defesa: a imunidade inata e a imunidade adaptativa. Diferencie essas duas formas de defesa citando exemplos de cada uma delas.

3. Justifique as afirmações abaixo, de acordo com a imunologia:

a. Muco e lágrimas podem ser considerados elementos de defesa do organismo.

b. Células fagocitárias, como por exemplo os macrófagos, pertencem a imunidade inata do organismo.

c. A resposta imune inata costuma ter ação mais rápida no organismo se comparada com a resposta imune adaptativa.

4. "O sistema imunológico é capaz de reconhecer e reagir a um grande número de substâncias, microbianas ou não. A resposta imune específica é também chamada de adquirida. Os principais componentes da imunidade adquirida incluem os _____ e seus produtos, como _____. As substâncias estranhas que induzem respostas imunológicas específicas ou são alvo de tais respostas são chamadas _____." Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

a. linfócitos / anticorpos / antígenos
b. linfócitos / antígenos / anticorpos
c. antígenos / aglutinogênios / antígenos
d. aglutinogênios / antígenos / anticorpos
e. anticorpos / linfócitos / antígenos

5. (FAME / 2024) O paciente alemão que tomou 217 vacinas para Covid. Contra orientação médica, um homem alemão de 62 anos foi vacinado 217 vezes para a Covid-19. As vacinas foram compradas e administradas de forma privada no espaço de 29 meses. O homem parece não ter sofrido efeitos nocivos, dizem os pesquisadores, que temiam que a hiperestimulação do sistema imunológico com doses repetidas pudesse ter fatigado certas células. Mas os pesquisadores não encontraram nenhuma evidência disso no homem de 62 anos. E não havia sinal de que ele alguma vez tivesse sido infectado pelo vírus. "É importante ressaltar que não endossamos a hipervacinação como estratégia para aumentar a imunidade adaptativa", disseram os pesquisadores. Os resultados dos testes com o homem de 62 anos foram insuficientes para tirar conclusões de longo alcance, assim como para produzir recomendações para o público em geral. O paciente foi contra a recomendação médica na tentativa de aumentar os(as):

a. macrófagos e basófilos.
b. linfócitos T e linfócitos B.
c. linfócitos B e macrófagos.
d. basófilos e linfócitos T.

6. Considere as afirmações abaixo:
I. Os linfócitos, B e T, amadurecem na medula óssea.
II. Os glóbulos brancos podem ser gerados no baço, no timo e nos linfonodos, assim como na medula óssea.
III. Os macrófagos são células pertencentes a resposta imune inata.
IV. Os anticorpos são células pertencentes a resposta imune adaptativa.
V. Antígenos são moléculas capazes de desencadear uma reação do sistema imunológico.
As afirmativas verdadeiras são:

a. I, III e IV.
b. II, III e V.
c. I e IV.
d. III e V.
e. II, e III.

7. (PUC-MG) Gripe e AIDS são doenças provocadas por vírus. Entretanto, a gripe tem uma evolução benigna, e a AIDS já não tem. Isso ocorre porque:

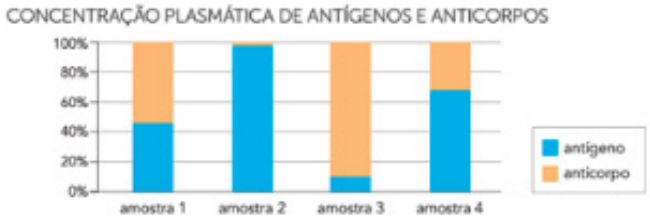
a. o vírus da gripe é mais fraco que o vírus da AIDS.
b. o vírus da AIDS destrói as células responsáveis pela defesa imunológica.
c. nosso organismo já é naturalmente imune ao vírus da gripe.
d. o vírus da AIDS não é reconhecido como antígeno pelo sistema imunológico
e. os mecanismos de infecção são diferentes.

8. (ENEM) Do ponto de vista fisiológico, anticorpos são moléculas proteicas produzidas e secretadas por células do sistema imune de mamíferos, conhecidas como linfócitos B. Reconhecem e atacam alvos moleculares específicos, os antígenos, presentes em agentes invasores, como, por exemplo, vírus, bactérias, fungos e células tumorais. Atualmente, algumas empresas brasileiras de biotecnologia vêm desenvolvendo anticorpos em laboratório. Um dos primeiros produtos é utilizado para detecção precoce da ferrugem asiática da soja, doença causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, capaz de dizimar plantações. Há ainda a produção de kits para fins de pesquisa e diagnóstico de antígenos específicos de interesse para a saúde pública, como hepatite A, B e C, leptospirose e febre amarela.
VASCONCELOS, Y. In: Anticorpos de valor. Pesquisa FAPESP, nº 170, abr. 2010 (adaptado).

O desenvolvimento de anticorpos específicos por empresas de biotecnologia será benéfico para a saúde pública, porque proporcionará:

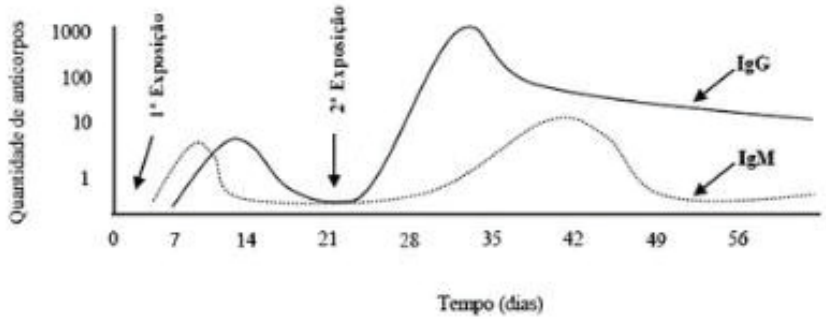
a. a imunização em massa da população.
b. a cura de doenças por meio da terapia gênica.
c. a mutação no material genético dos vírus causadores de doenças.
d. a cura de doenças patogênicas em seu estágio inicial.
e. o desenvolvimento de um único fármaco que combata diversos parasitas.

9. (ECONRIO) Com objetivo de obter uma nova vacina, quatro antígenos diferentes foram isolados de um mesmo vírus. Uma mesma quantidade dessas quatro amostras de antígenos foi inoculada, separadamente, em animais de laboratório. Dez dias após a inoculação dos antígenos, amostras de sangue dos animais foram retiradas e a concentração plasmática de antígenos e anticorpos específicos foi determinada. A figura abaixo apresenta os resultados obtidos.



A amostra mais promissora para a produção de uma vacina é a número:
a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

10. (UDESC) O gráfico mostra em dois momentos diferentes o comportamento de dois tipos de anticorpos (IgG e IgM), após a exposição do paciente a um determinado antígeno.



Assinale a alternativa correta, em relação à informação e ao gráfico.

a. O gráfico mostra os resultados do tratamento de uma pessoa a uma picada de cobra ou de escorpião. Logo após o indivíduo receber o tratamento com soro antiofídico específico, começa a produzir os anticorpos (IgG e IgM). Na segunda exposição, o indivíduo produziu mais rapidamente anticorpos por já ter sido imunizado anteriormente.
b. Após a primeira exposição do paciente ao antígeno, a quantidade de ambas as imunoglobulinas é praticamente igual; porém na segunda exposição, ao mesmo antígeno, a resposta na produção de IgG é menos intensa.
c. A resposta quantitativa na produção dos diferentes tipos de imunoglobulinas independe do número de vezes que o indivíduo recebeu o antígeno.
d. Na segunda exposição do paciente os macrófagos, as células responsáveis pela produção das imunoglobulinas IgG e IgM, já estavam ativos.
e. A resposta na segunda exposição do paciente foi mais rápida e mais intensa na produção de IgG devido à memória imunológica.

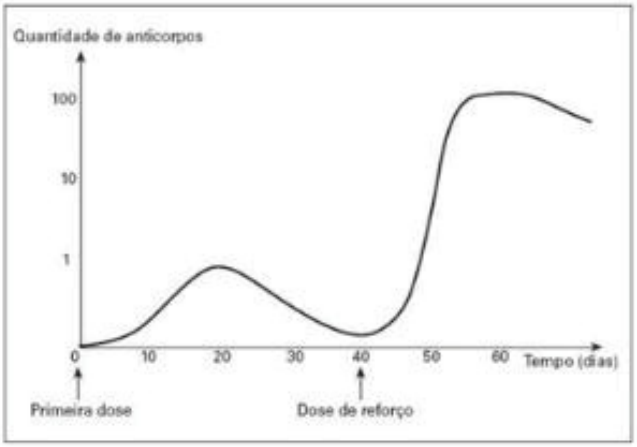
11. (UFMT) O sistema imunológico é o responsável pela defesa do organismo através da produção de anticorpos. Anticorpos são:
a. aglutinógenos presentes nos glóbulos vermelhos.
b. genes responsáveis pela defesa celular dos tecidos contaminados.
c. proteínas produzidas em resposta à introdução de moléculas estranhas.
d. antígenos produzidos pelos glóbulos brancos do sangue.
e. células de defesa produzidas pelo organismo.

Gabarito

Exercícios

Capítulo II

1. (UNICAMP-SP) O gráfico abaixo representa a resposta imunitária de uma criança vacinada contra determinada doença, conforme recomendação dos órgãos públicos de saúde.



a) Explique o que são vacinas e como protegem contra doenças.

b) Observe o gráfico e explique a que se deve a resposta imunitária da criança após a dose de reforço.

2. (UNESP) Em 2012, assim como em anos anteriores, o Ministério da Saúde promoveu a campanha para vacinação contra a gripe. A seguir, o cartaz informativo da campanha.

No cartaz, lemos que devem ser vacinadas "Pessoas com 60 anos ou mais". Essa recomendação aplica-se a todos os que têm mais de 60 anos, independentemente de terem sido vacinados antes, ou somente àqueles que têm mais de 60 anos e que não tinham sido vacinados em anos anteriores? Justifique sua resposta, tendo por base as características antigênicas do vírus da gripe, e explicando como a vacina protege o indivíduo contra a doença.

3. (UFPR) O câncer de colo de útero é um dos tipos de câncer mais evitáveis. Isso se deve em parte à possibilidade de prevenção primária por meio de vacinação. No Brasil, meninas de 9 a 14 anos e meninos de 11 a 14 anos podem vacinar-se gratuitamente. Diante do exposto, responda o que se pede.

a) A vacinação não é uma estratégia de prevenção para a grande maioria dos tipos de câncer. Por que, no caso do câncer de colo de útero, foi possível desenvolver, com as tecnologias já existentes, uma vacina como medida de prevenção?

b) Explique por que a vacina também é aplicada nos meninos.

4. Considere os trechos das notícias apresentadas abaixo:

Há 34 anos, último caso de poliomielite foi registrado no Brasil

Há 34 anos, em 19 de março de 1989, o Brasil confirmava o último caso de poliomielite em território nacional, antes mesmo do último registro no continente americano. A conquista foi possível graças às ações de vacinação em larga escala, que conferiram aos brasileiros a certificação de eliminação da doença. O último registro ocorreu no município de Sousa (PB).

Fonte: Ministério da Saúde (2024). Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/ha-34-anos-ultimo-caso-de-poliomielite-foi-registrado-no-brasil (acesso em 05/01/2025)

Poliomielite pode voltar no Brasil? Veja riscos e saiba como prevenir

A vacinação anual visa conter o risco de reintrodução da doença no território brasileiro. De acordo com o Ministério da Saúde, não há circulação do poliovírus no país desde 1990, graças ao esforço de imunização. No entanto, a cobertura vacinal vem apresentando resultados abaixo da meta de 95% desde 2016. Em 2022, o percentual de vacinação foi de 72% no Brasil. A Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou o risco da volta da paralisia infantil no Brasil como "altíssimo", colocando o país em alerta máximo.

Fonte: CNN (2024). Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/saude/poliomielite-pode-voltar-no-brasil-veja-riscos-e-saiba-como-prevenir/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde,a%20doen%C3%A7a%20retornar%20ao%20Brasil. (acesso em 05/01/2023)

a) Por que a vacinação contra poliomielite ainda é importante no Brasil, mesmo com a doença sendo considerada erradicada no país?

b) Como a redução na cobertura vacinal pode aumentar o risco de reintrodução da poliomielite no Brasil?

5. (FUVEST) Um coelho recebeu, pela primeira vez, a injeção de uma toxina bacteriana e manifestou a resposta imunitária produzindo a antitoxina (anticorpo). Se após certo tempo for aplicada uma segunda injeção da toxina no animal, espera-se que ele

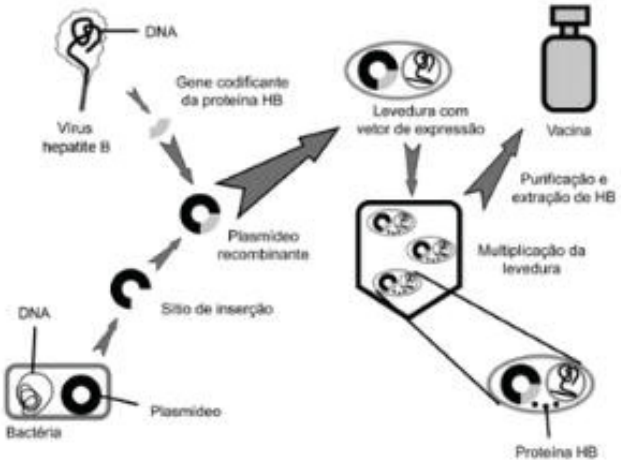
a) não resista a essa segunda dose.
b) demore mais tempo para produzir a antitoxina.
c) produza a antitoxina mais rapidamente.
d) não produza mais a antitoxina por estar imunizado.
e) produza menor quantidade de antitoxina.

6. (ENEM) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque:

a) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
b) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
c) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
d) possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
e) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

7. (ENEM) Analise o esquema de uma metodologia utilizada na produção de vacinas contra a hepatite B.



Nessa vacina, a resposta imune será induzida por um(a):

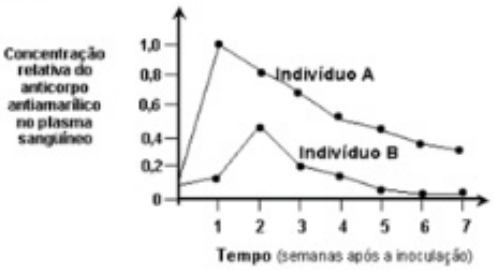
a) vírus b) bactéria c) proteína d) levedura e) ácido nucleico

8. (ENEM) Nem sempre é seguro colocar vírus inteiros numa vacina. Alguns são tão perigosos que os cientistas preferem usar só um de seus genes – aquele que fabrica o antígeno, proteína que é reconhecida pelas células de defesa. Uma dessas vacinas de alta tecnologia é a anti-hepatite B. Um gene do vírus é emendado ao DNA de um fungo inofensivo, que passa, então, a produzir uma substância que é injetada no corpo humano.

Vírus: guerra silenciosa. Superinteressante, n. 143, ago. 1999 (adaptado)

A função dessa substância, produzida pelo fungo, no organismo humano é:
a) neutralizar proteínas virais.
b) interromper a ação das toxinas.
c) ligar-se ao patógeno já instalado.
d) reconhecer substâncias estranhas.
e) desencadear a produção de anticorpos.

9. (PUC-MG) O gráfico representa a produção relativa de anticorpos de dois indivíduos após a inoculação simultânea e padronizada de proteína do vírus da febre amarela.



Todas as afirmativas abaixo poderiam ser explicações possíveis para os resultados obtidos, EXCETO:
a) O indivíduo A contraiu febre amarela pela inoculação do antígeno viral, enquanto o indivíduo B permanece saudável.
b) O indivíduo B pode nunca ter entrado em contato com esse antígeno, enquanto o indivíduo A provavelmente deve ter tido contato prévio.
c) O indivíduo A pode ter vindo de uma região onde a febre amarela é endêmica e o individuo B, de uma região sem essa doença.
d) O indivíduo A pode ser bem nutrido, enquanto o indivíduo B pode ter o seu sistema imunológico comprometido devido à desnutrição proteica.

10. (ENEM - LIBRAS) No Brasil, a incidência da esquistossomose vem aumentando bastante nos estados da Região Nordeste e em Minas Gerais. Para tentar diminuir estes números, a Fundação Oswaldo Cruz anunciou a primeira vacina do mundo contra essa doença. A expectativa é que o produto chegue ao mercado em alguns anos.

Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 11 nov. 2013.

A tecnologia desenvolvida tem como finalidade:
a) impedir a manifestação da doença.
b) promover a sobrevida do paciente.
c) diminuir os sintomas da doença.
d) atenuar os efeitos colaterais.
e) curar o paciente positivo.

11. (OBB - 2ª fase) Sobre as vacinas é correto afirmar:

a) Vacinas são métodos de imunização ativa, que contêm em sua composição anticorpos contra o agente infeccioso.

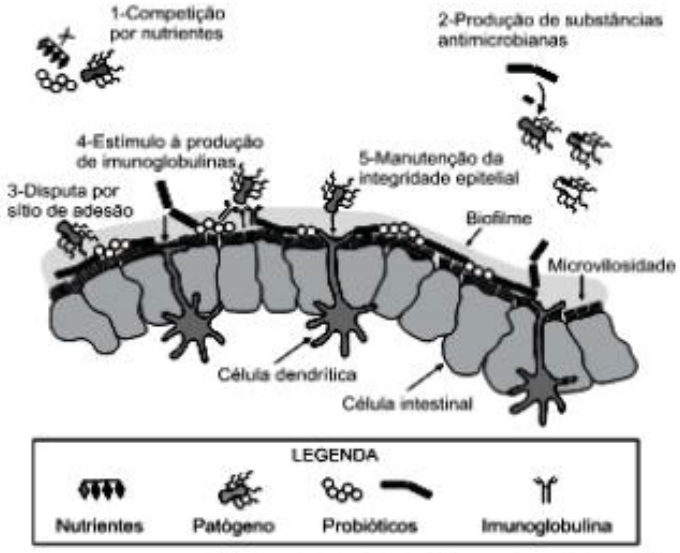
b) A proteção conferida pela vacina do vírus influenza tem duração de um ano. O vírus da gripe é capaz de mudar suas características com muita frequência e a cada ano é necessário o desenvolvimento de nova vacina.

c) A vacinação só garante a proteção pessoal, não trazendo benefícios para a comunidade, pois o numero de pessoas vacinadas não interfere na transmissão da doença.

d) Vacinas são métodos de imunização passiva, pois se introduz uma grande quantidade de antígeno no organismo para produção de anticorpo.

e) A vacinação visa a recombinação genética do indivíduo vacinado, promovendo a síntese de enzimas protetoras contra vírus e bactérias

12. (ENEM) Vários métodos são empregados para prevenção de infecções por microrganismos. Dois desses métodos utilizam microrganismos vivos e são eles: as vacinas atenuadas, constituidas por patógenos avirulentos, e os probióticos que contém bactérias benéficas. Na figura são apresentados cinco diferentes mecanismos de exclusão de patógenos pela ação dos probióticos no intestino de um animal.



McALLISTER T. A. et al. Review: The use of direct fed microbials to mitigate pathogens and enhance production in cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, jan. 2011 (adaptado).

Qual mecanismo de ação desses probióticos promove um efeito similar ao da vacina?

a) 5 b) 4 c) 3 d) 2 e) 1

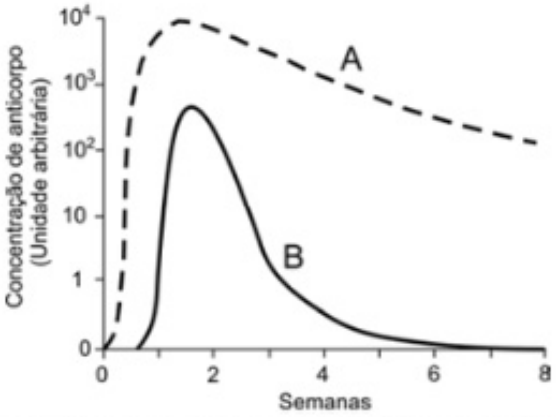
13. (ENEM) O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: http://g1.globo.com. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da:

a) alta concentração de macrófagos.
b) elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
c) aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
d) rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
e) presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

14. (FUVEST/SP)



As duas curvas (A e B) do gráfico mostram a concentração de anticorpos produzidos por um camundongo, durante oito semanas, em resposta a duas injeções de um determinado antígeno. Essas injeções foram realizadas com intervalo de seis meses.

a) Identifique as curvas que correspondem à primeira e à segunda injeção de antígenos.

b) Quais são as características das duas curvas que permitem distinguir a curva correspondente à primeira injeção de antígenos daquela que representa a segunda injeção?

c) Por que as respostas a essas duas injeções de antígenos são diferentes?

Gabarito

Exercícios

Capítulo III

1. (FUVEST SP/2ª Fase) Uma criança sofreu um ferimento profundo e tomou soro antitetânico. Por que recebeu soro e não vacina? Qual a diferença entre soro e vacina?

2. (UNESP SP/) No Instituto Butantan, o veneno de serpentes é injetado em cavalos, dos quais será retirado certo volume de sangue que será processado em laboratório para a produção de soro antiofídico.

a) Que elemento será produzido pelo organismo do cavalo e que irá se constituir na matéria-prima do soro antiofídico? Esse elemento presente no sangue do cavalo é um carboidrato, lipídio, proteína ou ácido nucléico?

b) O soro antiofídico produzido a partir do sangue de um cavalo no qual foi injetado veneno de jararaca (*Bothrops jararaca*) poderá proteger do veneno de qualquer outra espécie de serpente? Justifique.

3. (UFSCar SP/2ª Fase) Em artigo publicado na Folha de S.Paulo (29.09.2002), I. Raw, P. Buss, E. Camargo e A. Homma afirmam: Vacinas são usadas para prevenir doenças infecciosas. Soros são usados, junto de outras medidas, para controlar as doenças que não puderam ser prevenidas.

a) De que modo as vacinas previnem doenças?

b) De que modo os soros controlam doenças que não puderam ser prevenidas?

4. João, um agricultor, foi picado por uma cobra venenosa enquanto trabalhava em sua plantação. Ele foi rapidamente levado a um hospital, onde foi administrado um soro para neutralizar o veneno. No frasco do imunobiológico tinha a seguinte informação: "Imunoglobulina heteróloga contra veneno de *Bothrops sp.*". Bothrops sp. se refere a espécie de cobra, nessa caso a jaracara. O que significa o termo "imunoglobulina heteróloga"?

5. (UFJF) Um indivíduo, ao ser picado por uma cobra venenosa, deverá ser tratado com soro antiofídico, porque este contém:

a) anticorpos específicos para as toxinas do veneno de cobra.
b) toxinas atenuadas do veneno de cobra que irão induzir a produção de anticorpos.
c) enzimas proteolíticas que irão destruir o veneno de cobra.
d) células responsáveis pela resposta imune.
e) antígenos específicos que irão inibir a ação de toxinas do veneno de cobra.

6. Os soros hiperimunes são fundamentais no tratamento de envenenamentos por animais peçonhentos, como serpentes e escorpiões. A ocorrência desses acidentes está diretamente relacionada às características ecológicas das regiões onde esses animais vivem. Alterações ambientais, como desmatamento e urbanização desordenada, podem aumentar a frequência de encontros entre humanos e esses organismos, elevando a demanda por soros. Dentro do conceito de Saúde Única, que integra a saúde humana, animal e ambiental, é essencial compreender como as interações ecológicas afetam a incidência desses acidentes e a necessidade de intervenções preventivas.
Com base nisso, responda às questões a seguir:

a) Explique o mecanismo de ação dos soros hiperimunes no organismo e justifique por que eles conferem uma imunização temporária, ao contrário das vacinas.

b) Relacione a degradação ambiental e a perda de habitat com o aumento de acidentes envolvendo animais peçonhentos, considerando os conceitos ecológicos de habitat e nicho ecológico.

c) Com base no conceito de Saúde Única, analise como a preservação ambiental pode contribuir para a redução de acidentes com animais peçonhentos e discuta a importância de estratégias integradas entre saúde pública, conservação da biodiversidade e manejo da fauna silvestre.

7. A charge ao lado, do cartunista Iotti, faz uma crítica à crença equivocada de que os macacos são responsáveis pela transmissão da febre amarela. Com base nessa temática, responda:

Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/pioneiro/geral/noticia/2018/01/iotti-a-febre-amarela-e-os-macacos-10122788.html

a) Justifique por que a associação entre os macacos e a transmissão da febre amarela é equivocada.
b) Explique o papel dos macacos na vigilância epidemiológica da febre amarela e discuta como a degradação do habitat desses animais pode impactar a disseminação da doença.
c) Avalie as implicações éticas da perseguição e morte de macacos devido à desinformação. Quais estratégias educacionais podem ser implementadas para conscientizar a população sobre a importância ecológica desses animais?
d) Em casos de mordidas ou arranhões de macacos, é recomendado buscar atendimento médico para a aplicação do soro antirrábico, pois, apesar de não transmitirem a febre amarela, podem ser vetores da raiva. Explique por que, nesse caso, o uso do soro é indicado em vez da vacina.

8. (UNIEVA) Em 29 de abril é celebrado o Dia Internacional da Imunologia. A data é mais uma oportunidade para promover a divulgação e a conscientização sobre a importância da imunologia na ciência e na vida de todos. A celebração desta data também é uma forma de reconhecer todos os estudantes e profissionais que atuam na imunologia, seja na educação, pesquisa ou áreas clínicas. O tema deste ano sugerido pela *International Union of Immunological Societies (IUIS) é "Immunology Talks to Public Health"*.

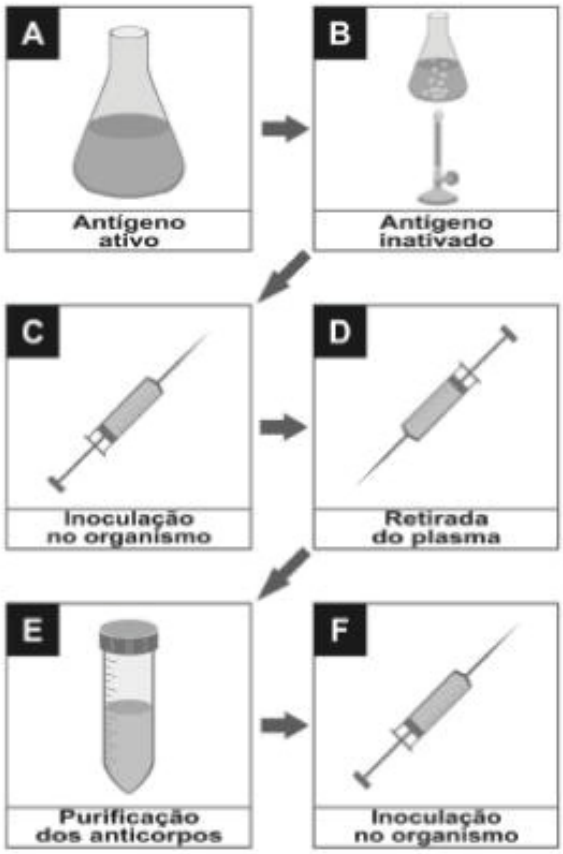
Disponível me: https://sbi.org.br/dia-internacional-da-imunologia/dia-internacional-da-imunologia-2023

Duas importantes intervenções que se pode realizar, baseadas nos conceitos básicos de imunologia, são os procedimentos de vacinação ou utilização de soros hiperimunes, procedimentos esses disponibilizados por serviços públicos. Em relação a esses procedimentos é correto afirmar:

a) Tanto a vacinação quanto a utilização de soros hiperimunes, vão permitir que os indivíduos possam formar células de memória em relação aos agentes presentes no soro ou vacina utilizados.
b) Os dois procedimentos propostos têm objetivo em comum que é dar proteção aos indivíduos, a diferença observada é que o uso do soro hiperimune tem finalidade profilática e a vacinação tem finalidade curativa para uma dada doença.
c) A vacinação pode proporcionar nos indivíduos a formação de células e moléculas de defesa e os soros hiperimunes são utilizados no sentido de fornecer anticorpos de maneira passiva.
d) A vacinação desempenha a função de ativar a imunidade passiva e a utilização do soro hiperimune desenvolve a imunidade ativa.

9. Sobre o soro hiperimune, marque a alternativa correta:
a) O soro hiperimune promove imunização ativa, estimulando o corpo a produzir anticorpos para combater agentes patológicos.
b) O soro hiperimune é composto por anticorpos prontamente produzidos, utilizados para combater toxinas ou venenos, proporcionando imunização passiva.
c) O soro hiperimune tem como principal função a prevenção de doenças infecciosas, como as vacinas, através da exposição a patógenos inativados.
d) A principal composição do soro hiperimunesão células do sistema imunológico, que atacam diretamente os vírus e bactérias no corpo.
e) O soro hiperimuneé usado exclusivamente para tratamentos de longo prazo, garantindo imunização ativa contra todas as doenças infecciosas.

10. (UFT) O processo de imunização de populações é amplamente utilizado para a promoção da saúde. Análise o esquema (simplificado) abaixo e assinale a alternativa errada.



a) As etapas A e B podem corresponder a um processo de produção de uma vacina.
b) As etapas D e E podem corresponder a um processo para obtenção de anticorpos.
c) O evento C desencadeia o processo de imunização ativa.
d) O evento F induz um processo de estimulação do sistema imunológico para produção de anticorpos

11. Qual tipo de imunização é conferido pelo soro imunobiológico?
a) Imunização ativa artificial
b) imunização ativa natural
c) Imunização passiva artificial
d)Imunização passiva natural
e) Imunização permanente

Gabarito

Exercícios

Capítulo IV

1. (UFPR/2ª Fase) A raiva é uma zoonose viral que se caracteriza como uma encefalite progressiva aguda e letal. Todos os mamíferos são suscetíveis ao vírus da raiva e, portanto, podem transmiti-la. É considerada um problema de saúde pública, principalmente em países em desenvolvimento. O uso da vacina e do soro são parte do programa de profilaxia da raiva.

Produto I: preparado a partir de plasma de equinos hipersensibilizados com vírus rábico.
Produto II: preparado a partir de vírus da raiva, cultivados sobre células. Após o crescimento em cultura decélulas, os vírus são concentrados, inativados e purificados.

Considerando os produtos I e II acima descritos, qual deles é um soro e qual é uma vacina? Justifique sua resposta.

2. (CESGRANRIO - RJ) Soros e vacinas fazem parte do arsenal usado no combate ás doenças infecciosas (imunidade artificial). Compare a ação do soro e da vacina segundo estes tópicos:

a. a natureza da imunização
b. a ação imediata ou não
c. a duração da imunização
d. o emprego curativo ou preventivo

3. O medicamento *Rhogam* é utilizado para prevenir a eritroblastose fetal em filhos de mulheres Rh negativas, evitando a sensibilização do sistema imunológico da mãe contra as células sanguíneas Rh positivas do feto. Trata-se de uma preparação contendo anticorpos contra o antígeno Rh positivo. É geralmente administrado após o parto ou em situações específicas durante a gestação, quando há risco de exposição ao sangue Rh positivo.
Considerando as informações acima, explique se o medicamento, responda:

a. O medicamento se caracteriza como um soro ou uma vacina? Justifique sua resposta.

b. Rita recebeu a medicação após o parto de seu primeiro filho. Agora está gravida de uma menina com sangue Rh positivo. Rita deve receber a medicação novamente? Justifique sua resposta.

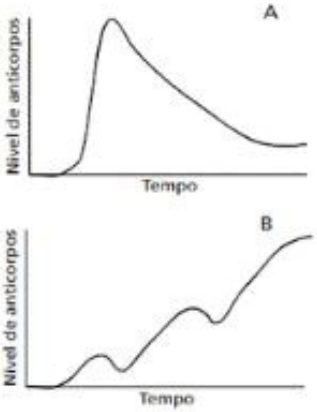
c. Como o medicamento age para evitar a sensibilização do sistema imunológico da gestante Rh negativa?

4. (UNICAMP) Um menino sofreu um ferimento no pé quando estava brincando na terra. O médico foi informado de que a criança não tinha recebido muitas das vacinas obrigatórias.

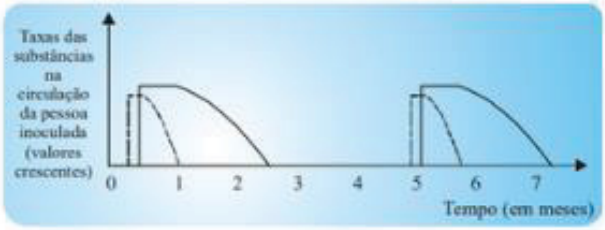
a. Nessa situação, que doença a criança estaria com maior risco de contrair? Explique por quê.

b. Qual seria o procedimento mais seguro para evitar que, nesse caso, a criança viesse a desenvolver tal doença? Qual dos gráficos abaixo corresponde a esse procedimento? Justifique.

c. A que procedimento corresponde o outro gráfico? Justifique.



5. (UFRRJ) Uma pessoa foi contaminada por uma substância tóxica, de origem orgânica. Para tratá-la o médico introduziu em seu organismo uma substância específica. Cinco meses depois desse evento, a pessoa foi novamente contaminada e outra vez a substância específica foi usada, pelo médico, como medicamento. O gráfico abaixo reproduz os dois momentos em que ocorreram as contaminações. A linha pontilhada representa a substância tóxica, enquanto a linha contínua representa a substância específica.



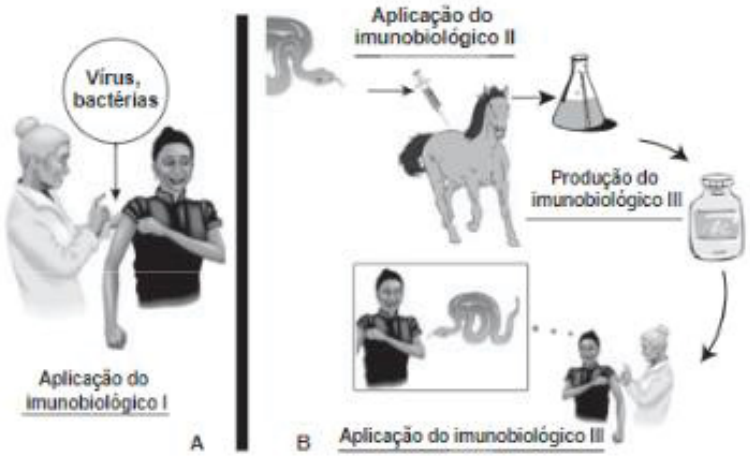
A substância específica de combate, inoculada no paciente, é um soro ou uma vacina ? Justifique sua resposta.

6. (UFRN) Duas crianças foram levadas a um posto de saúde: uma delas, para se prevenir contra poliomielite; a outra, para atendimento, em virtude de uma picada de serpente peçonhenta. Indique o que deve ser aplicado em cada criança, RESPECTIVAMENTE.

a) vacina (porque contém antígenos) e soro (porque contém anticorpos)
b) soro (porque contém antígenos) e vacina (porque contém anticorpos)
c) vacina (porque contém anticorpos) e soro (porque contém antígenos)
d) soro (porque contém anticorpos) e vacina (porque contém antígenos)

7. (ENEM)

Imunobiológicos:
diferentes formas de produção, diferentes aplicações



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois:

a) conferem imunidade passiva.
b) transferem células de defesa.
c) suprimem a resposta imunológica.
d) estimulam a produção de anticorpos.
e) desencadeiam a produção de antígenos.

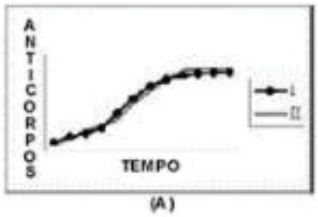
8. (VUNESP) Os agentes infecciosos penetram no corpo das pessoas através dos ferimentos e das mucosas. A incidência de doenças causadas por estes agentes infecciosos poderá ser reduzida, submetendo-se as pessoas à:

a) aplicação do soro, que é um processo ativo de imunização preventiva e duradoura.
b) aplicação do soro, quando o agente infeccioso provoca uma doença de evolução muito rápida e não há tempo para a imunização ativa.
c) aplicação do soro, pois as pessoas desenvolvem anticorpos contra os antígenos atenuados.
d) vacinação, que é a imunidade adquirida de ação menos duradoura que o soro e de emprego terapêutico, resultado da ativação dos mecanismos naturais de defesa do organismo.
e) vacinação, que tem efeito terapêutico, ocasião em que o indivíduo recebe anticorpos, já prontos, produzidos pelo organismo de um animal.

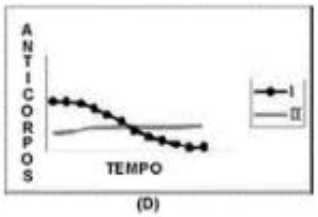
9. O tétano é uma doença infecciosa grave causada pela bactéria *Clostridium tetani*. Para preveni-la e tratá-la, são utilizados tanto o soro quanto a vacina. Leia as alternativas abaixo e marque a que contém a alternativa correta sobre o uso do soro e da vacina no combate ao tétano:

a) A vacina contra o tétano é administrada apenas em situações de emergência, como após ferimentos graves, e tem ação imediata.
b) O soro antitetânico é usado para prevenir o tétano em pessoas que ainda não foram vacinadas, fornecendo proteção imediata com anticorpos prontos.
c) A vacina contra o tétano estimula o sistema imunológico a produzir anticorpos contra a toxina tetânica, proporcionando proteção a longo prazo, mas não é eficaz após a exposição à bactéria.
d) O soro antitetânico e a vacina têm o mesmo modo de ação, ambos estimulando a produção de anticorpos pelo organismo.
e) A vacina contra o tétano é administrada apenas em crianças, enquanto o soro é usado exclusivamente em adultos.

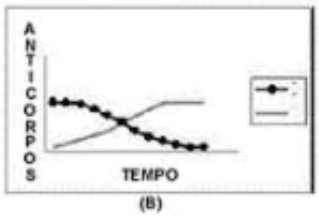
10. (ENEM) A variação da quantidade de anticorpos específicos foi medida por meio de uma experiência controlada, em duas crianças durante um certo período de tempo. Para a imunização de cada uma das crianças foram utilizados dois procedimentos diferentes:
Criança I: aplicação de soro imune
Criança II: vacinação.
O gráfico que melhor representa as taxas de variação da quantidade de anticorpos nas crianças I e II é:



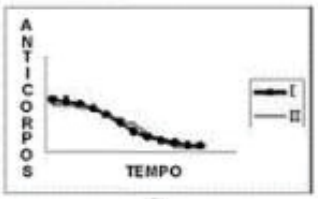
(A)



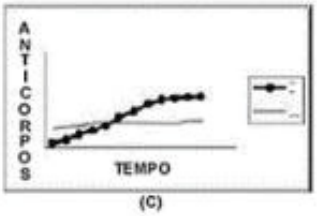
(D)



(B)



(E)



(C)

11. (UNESP) No filme *Eu sou a lenda*, um vírus criado pelo homem espalhou-se por toda a população de Nova Iorque. As vítimas do vírus, verdadeiros zumbis, vagam à noite pela cidade, à procura de novas vítimas. No filme, Robert Neville (Will Smith) é um cientista que, sem saber como, tornou-se imune ao vírus. A obsessão de Neville é encontrar outros que, como ele, não estão infectados, e possibilitar um mecanismo para a cura. A cura vem através do sangue: amostras de sangue de pessoas doentes que melhoraram depois de infectadas pelo vírus, quando administradas a outros doentes, podem promover a melhora.

(*I Am Legend*, Francis Lawrence, Warner Bros. Pictures, 2007.)

Considerando-se o contido na sinopse do filme, pode-se inferir que, mais provavelmente, o princípio biológico utilizado por Neville para debelar a doença é a administração de

a) soro, composto de anticorpos presentes no sangue de pacientes contaminados.
b) soro, composto de antígenos presentes no sangue de pacientes contaminados.
c) vacina, composta de anticorpos presentes no sangue de pacientes contaminados.
d) vacina, composta de antígenos presentes no sangue de pacientes contaminados.
e) vírus atenuados, presentes no sangue de pacientes que melhoraram ou no sangue de pessoas imunes.

12. (PUC/MG) Moléculas, células, tecidos, órgãos e sistemas atuam para garantir a imunidade, impedindo a entrada ou combatendo corpos estranhos que tenham entrado no organismo animal.

O esquema organiza os tipos de imunidade (indicados por números) para a defesa do organismo humano

De acordo com o esquema, é INCORRETO afirmar:

a) Anticorpos presentes no leite materno representam para a criança uma imunidade do tipo I.
b) As imunidades ativas são consideradas adaptativas e de longa duração, em contraposição às passivas com efeito imediato e de curta duração.
c) As vacinas desencadeiam imunidade do tipo IV, e os soros antiofídicos desencadeiam imunidade do tipo V.
d) O desenvolvimento de memória contra antígenos que nos causaram doenças representa uma imunidade do tipo II.

13. (UFPR)

Texto 1: A candidata a uma vacina que poderá proteger os seres humanos da esquistossomose passou na fase inicial dos testes clínicos. Totalmente desenvolvida no Brasil, ela tem como alvo o verme Schistosoma mansoni, que provoca a doença. O imunizante usa uma proteína chamada de Sm14 para que o ataque do parasita no corpo humano seja neutralizado.

(<Fonte: http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/05/19/vacina-contra-esquistossomose/>. Acessado em 08/08/2016.)

Texto 2: Pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Botucatu conseguiram autorização do Ministério da Saúde e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para iniciar testes em humanos do soro antiapílico (antiveneno de abelhas). O soro, composto por uma imunoglobulina heteróloga, será o primeiro do mundo.

(Fonte: <http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/soro-antiveneno-de-abelha-comeca-ser-testado-em-humanos-este-mes-19046264>. Acesso: 24/04/16.)

A proteína Sm14 e a imunoglobulina heteróloga atuam no organismo, respectivamente, como:

a) anticorpo e antígeno.
b) antígeno e antialérgico.
c) antialérgico e anticorpo.
d) antígeno e anticorpo.
e) anticorpo e antialérgico.

14. (UFSC)

Fonte: QUINO, J. L. *Toda Mafalda*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

A busca por novas formas de imunização é uma constante na humanidade. Sobre este tema, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01. Vacinas são métodos de imunização ativa, que contêm em sua composição anticorpos contra o agente infeccioso.
02. Vacinas e soros são métodos de imunização que agem de forma semelhante na estimulação do sistema imunológico.
04. As vacinas contêm antígenos que induzem o organismo a produzir anticorpos específicos.
08. Um antígeno pode ser caracterizado como uma molécula capaz de promover a ativação do sistema imune, sendo esta molécula endógena ou exógena.
16. Espera-se que uma vacina induza a produção de anticorpos inespecíficos.
32. Alergias e doenças autoimunes são respostas imunes nocivas ao organismo.

Gabarito

Gabarito dos Exercícios

Capítulo I

1. Os anticorpos são proteínas. A reação alérgica é considerada um tipo de imunidade adquirida porque é específica a um determinado tipo de antígeno previamente detectado pelo organismo.

2. A imunidade inata, presente desde o nascimento, é inespecífica, não gera memória imunológica e inclui barreiras físicas, químicas e biológicas, como a pele e a microbiota intestinal. Já a imunidade adaptativa é específica, gera memória imunológica e melhora com a exposição a antígenos, sendo exemplificada pela produção de anticorpos pelas células B e a ação das células T.

3.

a. Muco e lágrimas são defesas do organismo, pois capturam e removem patógenos. O muco retém microrganismos nas vias respiratórias, e as lágrimas contêm substâncias antimicrobianas. Ambos fazem parte da imunidade inata.

b. Células fagocitárias, como os macrófagos, fazem parte da imunidade inata porque atacam e eliminam patógenos de forma inespecífica e imediata, sem necessidade de exposição prévia.

c. A resposta imune inata é mais rápida porque usa mecanismos gerais e já presentes no organismo, enquanto a resposta adaptativa é mais lenta, pois depende do reconhecimento específico de antígenos e da ativação de células especializadas.

4	5	6	7	8	9	10	11
a	b	d	b	a	c	e	c

Capítulo II

1.

a. As vacinas contêm agentes patogênicos inativados ou atenuados que, embora não causem a doença, estimulam o sistema imunológico a produzir anticorpos específicos. Isso resulta na formação de células de memória imunológica, prontas para responder rapidamente caso o organismo seja exposto ao patógeno no futuro. A vacinação é uma forma de imunização ativa artificial com caráter preventivo.

b. A dose de reforço, que representa uma nova exposição ao antígeno, estimula de modo mais efetivo o sistema imunológico do indivíduo, que passa a produzir mais anticorpos, num menor intervalo de tempo

2. A recomendação aplica-se a todos com mais de 60 anos, mesmo os já vacinados em campanhas anteriores, visto que o vírus da gripe apresenta grande capacidade de mutação e a nova vacina atua contra a versão do vírus mutada. A vacina da gripe protege indivíduos por estimular seu sistema imune a produzir uma resposta contra o vírus da gripe, criando anticorpos específicos e células de memória.

3.

a. No caso do câncer de colo de útero, há uma associação já confirmada entre o seu desenvolvimento e a presença do vírus HPV. Assim, com a vacinação, o corpo irá criar uma memória imune frente ao vírus HPV, combatendo o mesmo, quando ele estiver ativo e em contato com o corpo, minimizando a presença dele, por exemplo, no colo do útero, mitigando uma possível geração de câncer neste local.

b. A vacinação contra o HPV em meninos é essencial para prevenir a transmissão do vírus às mulheres, que podem desenvolver câncer do colo do útero. Além disso, protege os próprios homens contra cânceres de pênis, ânus e orofaringe, bem como contra verrugas genitais.

4.

a. A vacinação contra a poliomielite é essencial no Brasil, mesmo com a doença considerada erradicada no país. Ela garante a proteção contínua da população, impedindo a reintrodução do vírus, que ainda circula em alguns países e pode estar presente no ambiente. Graças à imunização, as pessoas vacinadas permanecem protegidas contra a infecção, contribuindo para a manutenção da saúde coletiva.

b. A redução na cobertura vacinal pode aumentar o risco de reintrodução da poliomielite no Brasil porque, com menos pessoas vacinadas, o vírus encontra mais indivíduos suscetíveis à infecção.

5	6	7	8	9	10	11	12	13
c	e	c	e	a	a	b	b	e

14.

a. A curva B corresponde à primeira injeção de antígeno; a curva A, à segunda injeção.

b. A curva A mostra uma produção de anticorpos maior e mais rápida do que a curva B, e se mantém com concentração elevada de anticorpos por mais tempo em A.

c. As respostas são diferentes porque a primeira injeção (B) representa o primeiro contato do organismo com o antígeno, gerando a produção de anticorpos e de células de memória. Na segunda injeção, a presença das células de memória garante uma produção mais rápida e de maior amplitude dos anticorpos em questão.

Capítulo III

1.

A criança recebeu soro antitetânico porque ele oferece proteção imediata, com anticorpos prontos para combater a toxina do tétano. A vacina, por outro lado, dá proteção a longo prazo, estimulando o corpo a produzir seus próprios anticorpos, mas leva mais tempo para fazer efeito. O soro foi usado para dar proteção rápida em caso de ferimento, enquanto a vacina previne futuras infecções.

2.

a. A criança recebeu soro antitetânico porque ele oferece proteção imediata, com anticorpos prontos para combater a toxina do tétano. A vacina, por outro lado, dá proteção a longo prazo, estimulando o corpo a produzir seus próprios anticorpos, mas leva mais tempo para fazer efeito. O soro foi usado para dar proteção rápida em caso de ferimento, enquanto a vacina previne futuras infecções.

b. O elemento produzido pelo organismo do cavalo e que servirá como matéria-prima do soro antiofídico são anticorpos. Esses anticorpos são proteínas presentes no sangue do cavalo.

c. O soro antiofídico produzido a partir do veneno de jararaca não vai proteger contra outros venenos de serpentes. Isso ocorre porque os anticorpos produzidos no cavalo são específicos para as toxinas do veneno da jararaca. Como anticorpos são altamente específicos para os antígenos (toxinas) contra os quais foram gerados, o soro será eficaz apenas para combater o veneno dessa serpente em particular.

3.

a. As vacinas previnem doenças estimulando o sistema imunológico a produzir anticorpos contra um agente patogênico, sem causar a doença, garantindo proteção futura.

b. Os soros controlam doenças proporcionando anticorpos prontos, que combatem os patógenos ou toxinas diretamente, oferecendo proteção imediata, mas de curta duração.

4.

Imunoglobulina heteróloga" significa que os anticorpos (imunoglobulinas), produzidos em outro organismo (como um cavalo), são usados para tratar o envenenamento. O termo "heteróloga" indica que os anticorpos são gerados em uma espécie diferente daquela que recebe o tratamento, neste caso, humanos.

6.

a) Os soros hiperimunes fornecem anticorpos prontos, neutralizando toxinas rapidamente. No entanto, diferentemente das vacinas, não estimulam a memória imunológica, oferecendo proteção temporária, pois os anticorpos administrados são degradados pelo organismo com o tempo.

b) O desmatamento e a urbanização forçam animais peçonhentos a se aproximarem de áreas habitadas, aumentando acidentes. O habitat corresponde ao local onde vivem, enquanto o nicho ecológico inclui suas interações no ecossistema. A destruição desses ambientes altera a dinâmica das populações e pode favorecer o aumento de espécies peçonhentas.

c) A Saúde Única destaca a relação entre saúde humana, animal e ambiental. A preservação de ecossistemas reduz encontros com animais peçonhentos, prevenindo acidentes. Medidas integradas, como manejo da fauna, campanhas educativas e acesso a soros, são essenciais para minimizar riscos e proteger populações.

7.

a) A febre amarela é transmitida por mosquitos infectados, não por macacos. Esses animais são apenas hospedeiros e indicadores da presença do vírus. A associação equivocada leva à perseguição e prejudica a vigilância epidemiológica.

b) Os macacos atuam como sentinelas, permitindo a detecção precoce da circulação do vírus. A destruição de seu habitat os aproxima das áreas urbanas, facilitando a transmissão pelos mosquitos vetores.

c) A perseguição de macacos por desinformação é antiética e prejudica o equilíbrio ecológico. Campanhas educativas e divulgação científica são essenciais para conscientizar a população sobre seu papel na febre amarela.

d) O soro antirrábico fornece anticorpos prontos e age de forma imediata, enquanto a vacina estimula a produção própria de anticorpos, garantindo imunização prolongada. Em casos de mordidas ou arranhões, o soro é indicado para proteção rápida, evitando complicações da doença que é altamente letal.

5	8	9	10	11
a	c	b	d	c

Capítulo IV

1.

O produto I corresponde ao soro, uma vez que foi produzido após a hipersensibilização de um animal ao ser colocado em contato com o vírus da raiva, que produziu anticorpos específicos. O produto II corresponde à vacina, preparada a partir do vírus da raiva, mas que os contêm inativados, ou seja, capazes de promover a sensibilização do sistema imune para que ele produza células de memórias e seus próprios anticorpos.

2.

a. A imunização por soro é passiva, fornecendo anticorpos prontos para defesa imediata contra infecções. Já a imunização por vacina é ativa, estimulando o sistema imunológico a produzir seus próprios anticorpos e células de memória, garantindo proteção a longo prazo.

b. A ação do soro é imediata, já que os anticorpos fornecidos são rapidamente disponibilizados para combater a infecção. A ação da vacina não é imediata. Ela leva algum tempo para estimular o sistema imunológico e a produção de anticorpos e células de memória.

c. A imunização por soro é de curta duração, geralmente proporcionando proteção por um período limitado, já que os anticorpos administrados não permanecem no organismo por muito tempo. A imunização por vacina tende a ser de longa duração, pois o sistema imunológico desenvolve uma memória imunológica, podendo até durar por muitos anos ou por toda a vida, dependendo da doença.

2.
d. O soro é utilizado de forma curativa, no tratamento de doenças já instaladas, fornecendo defesa imediata contra a infecção. A vacina é usada de forma preventiva, prevenindo o desenvolvimento de doenças antes que elas ocorram, ao estimular uma resposta imunológica contra o agente patogênico.

3.
a. O medicamento Rhogam se caracteriza como um soro, pois contém anticorpos prontos contra o antígeno Rh positivo, que são administrados para agir diretamente no organismo da gestante. Ao ser injetado, o Rhogam proporciona proteção imediata contra a sensibilização do sistema imunológico da mãe, sem estimular a produção própria de anticorpos, característica típica de vacinas.

b. Sim, Rita deve receber a medicação novamente. Embora ela tenha recebido o *Rhogam* após o parto de seu primeiro filho, a medicação precisa ser administrada novamente durante cada gestação em que haja risco de exposição ao sangue Rh positivo do feto. Isso porque, por se tratar de um soro, ao efeito do medicamento é temporário, devendo ser reaplicado sempre que houver necessidade.

c. O medicamento age para evitar a sensibilização do sistema imunológico da gestante Rh negativa ao administrar anticorpos contra o antígeno Rh positivo, presente nas células sanguíneas do feto. Esses anticorpos atacam e destroem qualquer célula sanguínea fetal Rh positiva que possa ter entrado na corrente sanguínea da mãe, impedindo que seu sistema imunológico reconheça esse antígeno como uma ameaça e comece a produzir anticorpos próprios contra ele. Isso previne futuras reações imunes em gestações subsequentes.

4.
a. Tétano. O *Clostridium tetani* (ou bactéria) causador da doença encontra-se na terra sob a forma de esporos; a pele lesada por um ferimento oferece condições favoráveis ao desenvolvimento desses esporos.

b. Ministrar à criança soro antitetânico, procedimento correspondente ao gráfico A. Porque, com o soro, os anticorpos são introduzidos prontos no organismo, elevando-se seu nível logo após a aplicação.

c. Vacinação. Porque neste caso o organismo vai produzir gradualmente os anticorpos.

5.
A substância inoculada no paciente trata-se de um soro, pois, conforme ilustra o gráfico, tem ação imediata (já que contém anticorpos prontos) porém possui ação temporária, visto que o paciente teve que tomar o medicamento novamente em uma segunda exposição ao componente tóxico. O gráfico é característico da imunização passiva do soro.

6	7	8	9	10	11	12	13	14
a	d	b	b	b	a	a	d	44 (04 +08 + 32)

Referências Bibliográficas

ABBAS, A. K.; LICHMAN, A. H.; PILLAI, S. Imunologia Celular e Molecular. 9 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

BARARDI, C. R. M.; CAROBREZ, S. G.; PINTO, A. R. Imunologia. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

BUTANTAN. Portal do Butantan, 2025. Página inicial. Disponível em: https://butantan.gov.br/. Acesso em 04 de fevereiro de 2025.

CORREIA, Carol. Como se faz uma vacina? Conexão UFRJ, 2021. Disponível em: https://conexao.ufrj.br/2021/02/como-se-faz-uma-vacina/. Acesso em 03 de janeiro de 2025.

FIOCRUZ. Fiocruz: Ciência e Saúde pela vida, 2025. Página inicial. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/. Acesso em 04 de fevereiro de 2025.

IMUNOLOGIA BÁSICA, Uma introdução para quem quer entender os conceitos básicos de imunologia. Brasília: Sociedade Brasileira de Imunologia, 2022. *E-book*.

KENNETH, Murphy. Imunobiologia de Janeway. 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

MEU SUS DIGITAL. Meu SUS digital. Disponível em: https://meususdigital.saude.gov.br/login. Acesso em 02 de janeiro de 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025. Página inicial. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em 04 de fevereiro de 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2025. Página inicial. Disponível em: ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2025. Página inicial. Disponível em: https://www.paho.org/pt. Acesso em 04 de fevereiro de 2005.

ORGANIZATION WORLD HEALTH, 2025. Página inicial. Disponível em: https://www.who.int/home. Acesso em 02 de fevereiro de 2025.

RODRIGUES, Carla Pereira Fiuza. Imunologia Básica: Uma revisão aplicada a estudantes. Teófilo Otoni: Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, 2022.

📘 ***Além da picada: A História e a Ciência por trás das vacinas e soros***

✍️ *Elaborado por Francieli Gonçalves Azeredo e Adriana Mercadante*

🏛️ *Universidade Federal do Paraná (UFPR)*

📚 *PROFBIO - Turma 2023* 🧬🐸🌿📒

🛠️ *Este e-book foi produzido com o uso da plataforma digital Canva (https://www.canva.com), empregada na organização, diagramação e produção dos elementos visuais.*

📅 *Ano de produção: 2025*

COVID-19
MSD