



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



JOICE FRANCIANNY MELO DOS SANTOS

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UM CONTEXTO
DE PANDEMIA: A ABORDAGEM DO
SISTEMA IMUNOLÓGICO NO ENSINO MÉDIO**

SÃO CRISTÓVÃO - SE

2021

JOICE FRANCIANNY MELO DOS SANTOS

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UM CONTEXTO DE PANDEMIA:
A ABORDAGEM DO SISTEMA IMUNOLÓGICO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada à Banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito básico para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Currículo, didáticas e métodos de ensino das Ciências Naturais e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Myrna Friederichs Landim

SÃO CRISTÓVÃO - SE

2021

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Joice Francianny Melo dos
S237a Alfabetização científica em um contexto de pandemia: a
abordagem do sistema imunológico no ensino médio / Joice
Francianny Melo dos Santos; orientadora Myrna Friederichs
Landim. – São Cristóvão, SE, 2021.
137 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Alfabetização. 3. Ensino
médio. 4. Fake news. 5. Livro didático. 6. Sistema imunológico I.
Landim, Myrna Friederichs, orient. II. Título.

CDU 5:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA



**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UM CONTEXTO DE PANDEMIA: A
ABORDAGEM DO SISTEMA IMUNOLÓGICO NO ENSINO MÉDIO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
28 DE JUNHO DE 2021

PROFA. DRA. MYRNA FRIEDERICHS LANDIM DE SOUZA

PROFA. DRA. CARMEN REGINA PARISOTTO GUIMARÃES

PROF. DR. BRUNO LASSMAR BUENO VALADARES

PROFA. DRA. ISABELA SANTOS CORREIA ROSA

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus, condutor da minha vida. Obrigada Deus, por sua infinita bondade, por todas as bênçãos, por tornar tudo possível e mostrar a solução nos momentos mais difíceis. “Todas as coisas cooperam para o bem daqueles quem amam a Deus”.

Aos meus pais, Francisco (*in memoriam*) e Josefina, por todo carinho, cuidado, compreensão e incentivo. Obrigada por toda a força, por serem presentes e proporcionarem o melhor pelos filhos. Obrigada mãe, por todas as conversas, preocupações e pelas orações constantes. Amores eternos!

Ao meu esposo, Roberto, por me incentivar desde o início. Por todo cuidado, paciência nos momentos de estresse e por me acompanhar em cada passo. Pela disposição em aprender para me ajudar e por sempre acreditar em mim. Não tenho palavras para te agradecer.

Aos meus irmãos, Francinaldo e Francsuel, por todas as brincadeiras, conversas, momentos compartilhados e por ficarem ao meu lado. Às minhas cunhadas que estiveram presentes e se propuseram em ajudar. Aos meus sobrinhos, Beatriz, Jasmyne e Guilherme, que são capazes de suavizar os dias e tornar tudo mais alegre. Amo vocês!

À minha orientadora, Myrna Landim, pela paciência, delicadeza nas nossas reuniões, compreensão durante a ausência, preocupação, orientação dedicada e por todo aprendizado que me proporcionou. Sua orientação foi fundamental neste processo.

Aos professores Bruno Lassmar, Carmen Regina e Isabela Rosa por aceitarem participar das bancas de qualificação e/ou defesa e por todas as contribuições dadas para a melhoria deste trabalho.

Aos professores do NPGECIMA pelos dois anos enriquecedores do mestrado. Aos colegas do programa, especialmente, Carolina e Larissa, que compartilharam as preocupações, as aflições, as conquistas. Essa jornada foi mais leve com a presença de vocês.

À equipe diretiva e docente da instituição onde ensino, pela paciência nos constantes ajustes de horário, pelo apoio e compreensão. Aos colegas do JVB, obrigada pelas conversas, aulas de campo, momentos divertidos e risadas que me distraíam nos momentos estressantes.

Aos meus amigos, pelos momentos de fuga, mensagens trocadas, momentos compartilhados e desabafos. Obrigada por sempre torcerem por mim. Vocês estão no meu coração!

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a minha formação pessoal e profissional.

Muitíssimo obrigada!

A Força de um Professor

Um guerreiro sem espada
sem faca, foice ou facão
armado só de amor
segurando um giz na mão.

O livro é seu escudo
que lhe protege de tudo
que possa lhe causar dor
por isso eu tenho dito
Tenho fé e acredito
na força do professor.

[...]

Um arquiteto de sonhos
Engenheiro do futuro
Um motorista da vida
dirigindo no escuro.

Um plantador de esperança
plantando em cada criança
um adulto sonhador
e esse cordel foi escrito
porque ainda acredito
na força do professor.

(Braúlio Bessa)

RESUMO

O ensino de ciências em uma perspectiva da Alfabetização Científica (AC) tem dentre seus objetivos a promoção de discussões que contribuam para a formação de sujeitos críticos, reflexivos e participativos na sociedade. Estes princípios voltados para a formação integral do estudante são apontados nos documentos oficiais que regulamentam a educação básica brasileira. Entretanto, a necessidade da AC tornou-se ainda mais evidente na atualidade, com o mundo marcado pela pandemia causada pelo “novo coronavírus”. Esta pandemia causou mudanças globais, sobretudo no que se refere às relações sociais, e foi responsável por uma alta taxa de contaminações e mortes. Neste contexto, vários conteúdos sobre o sistema imunológico abordados no ensino de biologia, como “virologia”, “sistema imunológico” e “imunização”, estiveram amplamente presentes nos meios de comunicação. No entanto, diversas *fake news* sobre formas de tratamento e prevenção, além de efeitos adversos e prejuízos da vacinação, foram divulgadas na mídia e nas redes sociais. Diante desse cenário, esta pesquisa busca investigar as potencialidades e limitações da abordagem dos conteúdos referentes ao sistema imunológico para a alfabetização científica de estudantes do ensino médio brasileiro. O trabalho apresentou natureza qualitativa, com abordagem documental e bibliográfica. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico, sob a forma de estado da arte, buscando compreender o cenário das pesquisas que abordam o ensino de imunologia na educação brasileira. Em seguida, verificou-se a abordagem do sistema imunológico nos livros didáticos (LDs) de biologia, aprovados no PNLD/2018 e possíveis contribuições deste conteúdo para a AC, a partir de uma ferramenta avaliativa para a educação científica crítica. Dentre os resultados obtidos, observou-se um pequeno quantitativo de publicações sobre a temática, havendo necessidade de mais pesquisas e produções acadêmicas referentes ao tema e às suas implicações, que o tornem mais claramente compreensível e relevante aos discentes. Sobre os LDs analisados nesta pesquisa, verificou-se uma apresentação dos conteúdos relativos ao sistema imunológico dispersa em diversos volumes das coleções, conduzindo a uma abordagem fragmentada do tema. Nesses livros, o conhecimento científico apresentou-se, de modo geral, de forma descontextualizada e sem articulação com a alfabetização científica. Diante destes resultados, foi elaborada uma sequência didática, buscando superar as deficiências encontradas. Concluiu-se que esta pesquisa pode estimular a produção científica na área de biologia e a melhoria da abordagem de imunologia, tornando-o mais relevante frente às questões que a pandemia nos apresenta.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Ensino Médio. *Fake news*. Livro Didático. Sistema Imunológico.

ABSTRACT

Science teaching from a Scientific Literacy (SL) perspective aims, among other objectives, to promote discussions that contributes to the formation of reflexive and critical citizens, active participants in society. These principles aimed at the integral formation of the student are pointed out in the official documents that regulate Brazilian basic education. However, the need for SL has become even more evident nowadays, with the world marked by the pandemic caused by the “new coronavirus”. This pandemic causes global changes, especially with regard to social relationships, and was responsible for a high rate of contamination and deaths. In this context, several biology contents about the specific immune system, such as “virology”, “immune system” and “immunization”, were widely present in the media. However, several false news about treatment and prevention strategies, in addition to adverse effects and damages of vaccination, were disseminated in the media and social networks. Given this scenario, this research seeks to investigate the potential and limitations of the approach of contents related to the immune system for the scientific literacy of Brazilian high school students. This work presented a qualitative nature, with a documentary and bibliographic approach. Initially, a bibliographic survey was carried out, in the form of a state of the art, seeking to understand the scenario of research that addresses the teaching of immunology in Brazilian education. Afterwards, the approach of the immune system in biology textbooks (LDs), approved by the PNLD/2018, and the possible contributions of this content to SL, was verified using an evaluative tool for critical scientific education. Among the results obtained, a small amount of publications on the subject was found, reinforcing the need for more research and academic productions on the topic that could make it, and its implications, more clearly understandable and relevant to students. About the textbooks analyzed in this research, there was a presentation of the contents related to the immune system dispersed in several volumes of the collections, leading to a fragmented approach to the subject. In these books, scientific knowledge was presented, in general, in a decontextualized way and without articulation with the scientific literacy. In view of these results, a didactic sequence was elaborated, seeking to overcome the deficiencies found. It is concluded that this research can stimulate scientific production in the area of biology and the improvement of the approach of immunology contents High School classes, making it more relevant to face the challenges that the pandemic presents to us.

Keywords: Scientific Literacy. High school. Fake news. Immune system. Textbook.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organização das Áreas do Conhecimento segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).	36
Figura 2. Etapas da organização das referências sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	48
Figura 3. Estrutura básica de um anticorpo e interação com o antígeno.....	82
Figura 4. Produção de anticorpos conforme exposição ao mesmo antígeno.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Competências gerais elencadas no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	35
Quadro 2. Competências específicas de Ciências da Natureza elencadas no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).	42
Quadro 3. Lista de palavras-chave utilizadas na busca das publicações sobre ensino de imunologia.....	46
Quadro 4. Publicações sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)	49
Quadro 5. Instituições de Ensino Superior das publicações sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.....	54
Quadro 6. Programas de Pós-Graduação das publicações sobre ensino de imunologia encontrados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	55
Quadro 7. Livros didáticos de Biologia do ensino médio aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), para o interstício 2018 a 2021.....	70
Quadro 8. Categorias da Ferramenta Avaliativa para Análise da Educação Científica.....	72
Quadro 9. Ocorrência do tema nos diferentes volumes das coleções de livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018.....	74
Quadro 10. Elementos do sistema imunológico abordados nos livros didáticos de biologia, aprovados pelo PNLD/2018 – Ensino Médio	76
Quadro 11. Objetos do conhecimento que apresentam elementos do sistema imunológico, presente nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018.....	79
Quadro 12. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo “Processos de Ensino/Aprendizagem” segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica....	88
Quadro 13. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo “Visão e Percepção de Ciência e Tecnologia na Sociedade” segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica.....	91
Quadro 14. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo Visão e Percepção de ciência e tecnologia na Sociedade segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica.....	93
Quadro 15. Distribuição das aulas presentes na Sequência Didática “Aprendendo sobre o Sistema Imunológico e vacinação no contexto de pandemia”	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição temporal das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	51
Gráfico 2. Distribuição geográfica dos artigos sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO).....	52
Gráfico 3. Distribuição geográfica das dissertações sobre ensino de imunologia encontradas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	53
Gráfico 4. Níveis de ensino analisados nos artigos e sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO).....	57
Gráfico 5. Níveis de ensino analisados nas teses e dissertações sobre ensino de imunologia encontradas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	58
Gráfico 6. Natureza das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	59
Gráfico 7. Coleta de dados das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	60
Gráfico 8. Foco de Estudo das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	62
Gráfico 9. Conteúdos analisados nas publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).....	63
Gráfico 10. Elementos do sistema imunológico presentes nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018.....	78
Gráfico 11. Conteúdos relacionados ao ensino do sistema imunológico presentes nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018.....	81

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AC – Alfabetização Científica
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- BNCC – Base Nacional Curricular Comum
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CGPLI – Coordenação Geral dos Programas do Livro
- CNE – Conselho Nacional de Educação
- CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade
- CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
- DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais
- EB – Educação Básica
- EC – Educação Científica
- EM – Ensino Médio
- FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
- GLD – Guia de Livros Didáticos
- GNLD – Guia Nacional do Livro Didático
- IES – Instituições de Ensino Superior
- INL – Instituto Nacional do Livro
- LD – Livro Didático
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases
- MEC – Ministério da Educação
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- PISA – *Programme for International Student Assessment*
- PNE – Plano Nacional de Educação
- PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
- PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
- SCIELO – *Scientific Electronic Library Online* (Biblioteca Eletrônica Científica Online)
- SEB – Secretaria de Educação Básica
- SI – Sistema Imunológico
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
CAPÍTULO 1. A Alfabetização Científica no Contexto de Pandemia	20
1.1 Alfabetização Científica.....	20
1.1.1 <i>Breve Panorama Histórico</i>	20
1.1.2 <i>Importância da Educação Científica</i>	22
1.2 Indicadores da Alfabetização Científica	23
1.3 Alfabetização científica em um contexto de pandemia na era das <i>Fake News</i>	24
CAPÍTULO 2. A Abordagem do Sistema Imunológico no Ensino Médio e sua Contribuição para a Alfabetização Científica	28
2.1 Introdução	28
2.1.1 <i>Base legal sobre a Educação Básica</i>	28
2.1.2 <i>O Ensino do Sistema Imunológico</i>	37
2.2 Percurso Metodológico	45
2.2.1 <i>Natureza da pesquisa</i>	45
2.2.2 <i>Levantamento das publicações sobre o Ensino de Imunologia</i>	45
2.3 Resultados e Discussão	47
2.3.1 <i>Panorama das publicações</i>	47
2.3.2 <i>Análise dos dados</i>	50
2.5 Conclusões	64
CAPÍTULO 3. O Sistema Imunológico nos Livros Didáticos de Biologia – Contribuição para a Alfabetização Científica	65
3.1 Introdução	65
3.1.1 <i>O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) – Breve Histórico</i>	66
3.1.2 <i>Seleção dos Livros Didáticos no PNLD</i>	67
3.2 Percurso Metodológico	69
3.2.1 <i>Natureza da pesquisa</i>	69
3.2.2 <i>Seleção do Objeto de Estudo</i>	70
3.2.3 <i>Análise dos Livros Didáticos</i>	71
3.3 Resultados e Discussão.....	73
3.3.1 <i>Aspectos teórico-metodológicos</i>	73
3.3.2 <i>Aspectos visuais</i>	82
3.3.3 <i>Contribuição das Obras Analisadas para a Educação Científica Crítica</i>	85

3.4 Conclusões	94
CAPÍTULO 4. Proposta de sequência didática como instrumento de Alfabetização Científica em um contexto de Pandemia	95
4.1 Introdução	95
4.2 Percorso Metodológico	96
4.3 Descrição e Análise da sequência didática	97
4.3.1 Aula 1 – <i>Pandemias e Coronavírus</i>	97
4.3.2 Aula 2 – <i>Sistema Imunológico</i>	98
4.3.3 Aula 3 – <i>Medidas de Proteção</i>	99
4.3.4 Aula 4 – <i>Medidas Preventivas</i>	99
4.3.5 Aula 5 – <i>Fake News</i>	100
4.3.6 Aula 6 – <i>Alfabetização Científica</i>	100
4.4 Conclusões	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
APÊNDICE A – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA	114

APRESENTAÇÃO

No Brasil, o sistema de educação básica é orientado por documentos oficiais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Tais documentos apontam uma série de conhecimentos, princípios, valores, competências e habilidades, atitudes e ações que devem ser desenvolvidos nos contextos escolares.

Os princípios teóricos presentes nestes documentos oficiais apontam para a necessidade de uma educação escolar que visa à formação integral do cidadão, com ênfase na construção da autonomia, para permitir a tomada de decisões conscientes dos estudantes e da sua participação ativa na sociedade. Além disso, o ensino deve trabalhar conteúdos que permitam a contextualização, contribuindo para a aprendizagem destes alunos (BRASIL, 1998).

Neste contexto, o ensino de Ciências apresenta a Alfabetização Científica (AC) como uma grande aliada para a formação cidadã dos alunos, já que tem como objetivo a apropriação dos conhecimentos científicos pelos estudantes, para promover a construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca. A partir de abordagens que permitam a articulação ciência-tecnologia-sociedade, a AC promove entendimento dos procedimentos e desenvolvimento de valores, que auxiliam na formação de sujeitos críticos e reflexivos.

A Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural (SASSERON, 2015, p.51).

Pode-se afirmar que a Alfabetização Científica, ao fim, revela-se com a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento (SASSERON, 2015, p.56).

No contexto atual, onde o mundo foi afetado por uma pandemia causada pelo “novo coronavírus”, o desenvolvimento das habilidades de leitura análise e ações conscientes, promovidas pela AC, tornaram-se ainda mais necessárias. Isso foi evidenciado a partir de 2020, quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o mundo em pandemia. Diante disso, houve várias pesquisas sobre a nova doença para descobrir as formas de transmissão do vírus, tratamento e prevenção da doença. Algumas ações fo-

ram desenvolvidas, incluindo a determinação do distanciamento social como maneira de mitigar a contaminação causada pelo vírus.

Apesar destas medidas, o número de vítimas de covid-19 continuava aumentando aceleradamente. Todos os dias, os noticiários apresentavam várias informações sobre pesquisas, cuidados, dados estatísticos, tratamentos e produção de vacinas. As pessoas ficaram preocupadas com as chances de contaminação e começaram a buscar informações nas diferentes mídias disponíveis.

Esse cenário contribuiu para a disseminação acelerada de informações falsas, as *fake news*. Sem conhecimento científico, as pessoas começaram a buscar e acreditar nas soluções que eram apresentadas. Várias informações surgiram e entre elas, algumas que abordavam características virais absurdas, uso de medicamentos sem comprovação científica, formas milagrosas de tratamento e mecanismos equivocados de prevenção, entre outras informações.

A disseminação das *fake news* e a incapacidade de seleção de informações evidenciaram a necessidade de uma educação voltada para o desenvolvimento da criticidade e tomada de decisões conscientes. Neste sentido, a educação científica surge como importante ferramenta para a formação de indivíduos críticos, reflexivos e participantes ativos na sociedade. Assim, as escolas, os documentos oficiais de ensino, os professores e os recursos utilizados devem contribuir para o desenvolvimento do indivíduo.

Diante da pandemia de covid-19 e da disseminação de *fake news*, os conhecimentos científicos, e conseqüentemente, alguns conteúdos de biologia no ensino médio ganham destaque nas mídias sociais. Neste sentido, o sistema imunológico e importância dos anticorpos foram bastante citados nos meios de comunicação e nas informações divulgadas. Vários mecanismos de fortalecimento desse sistema foram apresentados, a realização de ensaios clínicos e a produção de vacinas ocupou vários noticiários (GOMES *et al.*, 2020).

Assim, a abordagem do sistema imunológico e imunização na educação básica pode promover a contextualização dos conhecimentos científicos, auxiliando no desenvolvimento dos estudantes, a partir do letramento científico. Ao apresentar o mecanismo de ação de vacinas e sua interação com os organismos, por exemplo, é possível abordar a importância da interação entre ciência, tecnologia e sociedade, tornando o conhecimento sobre esta temática essencial para a interpretação do mundo ao nosso redor (ANDRADE *et al.*, 2015).

Por considerar um tema relevante na formação do discente para a compreensão das interações do organismo consigo mesmo, com o ambiente e das suas relações com a saúde, a presente pesquisa busca responder ao seguinte problema: De que forma a abordagem do Sistema Imunológico, em um recorte do contexto do ensino formal brasileiro relacionado ao Ensino Médio, pode contribuir para o processo de Alfabetização Científica dos estudantes?

Diante disso, o **objetivo geral** desta pesquisa consiste em analisar as potencialidades e limitações da abordagem dos conteúdos referentes ao sistema imunológico para a alfabetização científica de estudantes do ensino médio brasileiro. Os **objetivos específicos** incluem:

1. Analisar os documentos que regulamentam o currículo da educação básica brasileira acerca das contribuições para a alfabetização científica dos alunos do ensino médio.
2. Compreender o cenário das produções acadêmicas referentes ao ensino de imunologia na educação básica.
3. Verificar a abordagem do sistema imunológico nos livros didáticos de biologia; aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático brasileiro (seleção para o período 2018-2021).
4. Investigar os livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD 2018 quanto ao estímulo da educação científica crítica, a partir da utilização de uma ferramenta avaliativa.
5. Desenvolver uma sequência didática que contribua para a promoção da alfabetização científica dos estudantes da educação básica.

Buscando atingir esses objetivos, essa dissertação foi estruturada em quatro capítulos.

O **capítulo 1**, A Alfabetização Científica no Contexto de Pandemia, apresenta, na primeira seção, uma discussão acerca do contexto histórico do ensino de ciências no Brasil. Na segunda seção, os eixos estruturantes da educação científica são abordados, destacando a interação entre ciência, tecnologia e ambiente. Na terceira seção, as potencialidades da educação científica para a formação cidadã do estudante são citadas, principalmente no combate às *fake news*, amplamente divulgadas no contexto de pandemia.

No **capítulo 2**, A Abordagem do Sistema Imunológico no Ensino Médio e sua Contribuição para a Alfabetização Científica, faz-se uma revisão dos documentos oficiais que norteiam o ensino médio no Brasil, particularmente, o ensino de Biologia. Os

documentos utilizados para análise deste capítulo foram: a Lei de Diretrizes e Base, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular. Verifica-se os princípios, características e organização de cada documento, discutindo-se acerca da contribuição das competências e habilidades para a educação científica. Portanto, o capítulo apresenta, uma discussão dos documentos oficiais que orientam a educação brasileira, procurando tecer relações com os eixos estruturantes da alfabetização científica e abordagem do sistema imunológico. Neste contexto, para entender o cenário das publicações referentes ao ensino deste conteúdo, foi realizada uma busca na produção acadêmica, na área de Ciências, Biologia e Educação.

O **capítulo 3**, Sistema Imunológico nos Livros Didáticos de Biologia – Contribuição para a Alfabetização Científica, apresenta o livro como um recurso fundamental para a prática pedagógica. A primeira e a segunda seções são constituídas pela abordagem da importância do livro didático e um breve histórico sobre o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), bem como, suas alterações, abrangência e etapas de seleção pelos professores. A terceira e quarta seções apresentam o percurso metodológico e a análise destes recursos quanto a abordagem do sistema imunológico e contribuições para a alfabetização científica.

O **capítulo 4**, Sequência Didática como Instrumento de Alfabetização Científica, apresenta uma sequência de ensino com atividades referentes ao sistema imunológico e imunização, relacionando a importantes eixos da alfabetização científica. A primeira seção faz uma abordagem sobre sequência didática. A segunda, mostra o percurso metodológico para a construção desta ferramenta. E uma terceira seção faz uma descrição das aulas.

Por fim, as **Considerações Finais**, sintetizam a totalidade do estudo ao fazer uma breve apresentação a respeito da importância e limitações desse estudo no tocante às potencialidades do ensino do sistema imunológico nas aulas de Biologia em uma perspectiva CTSA. Neste sentido, a pesquisa ainda aponta para a necessidade de desenvolvimento de outros estudos.

CAPÍTULO 1. A Alfabetização Científica no Contexto de Pandemia

O termo Alfabetização Científica (AC) tem alcançado uma grande repercussão no ensino de ciências. Entretanto, o rótulo AC abrange um espectro muito amplo de significados e características, que nem sempre são discutidos na formação dos professores. Diante disso, esse capítulo tem o objetivo de abordar o ensino de ciências no Brasil, destacando as potencialidades da AC na formação dos estudantes. Assim, o capítulo discute, em três seções, o panorama histórico do ensino de ciências, os indicadores que estruturam a AC e por fim, a importância do desenvolvimento dessa perspectiva de ensino no combate a divulgação de notícias sem comprovação científica.

1.1 Alfabetização Científica

1.1.1 Breve Panorama Histórico

Alfabetização científica, formação científica, educação científica são expressões bastante presentes ao abordar o ensino de ciências (CHASSOT, 2003; AULER; DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Tais expressões são variações utilizadas pela literatura para se referir ao ensino de ciências que objetiva a formação cidadã dos estudantes nas mais diferentes esferas de sua vida (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 9) afirmam que a Alfabetização Científica no ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental é “[...] compreendida como o processo pela qual a linguagem das ciências naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

A necessidade de que os estudantes conheçam o vocabulário das ciências e saibam utilizá-lo de maneira adequada, e a importância que também compreendam como a ciência constrói conhecimento dos fenômenos naturais, para que, assim, percebam o papel das ciências e tecnologias em sua vida (SASSERON; CARVALHO, 2001, p. 63).

Em função da existência de uma pluralidade de expressões que estão associados ao ensino de Ciências, o termo Alfabetização Científica será utilizado neste trabalho para referir-se ao ensino que objetiva a formação cidadã. Considerando, também, que muitos autores adotam Letramento Científico e Educação Científica, tratar-se-á destes como sinônimo, fortalecendo-se o entendimento das expressões.

Apesar da diversidade de expressões para referir-se ao ensino de ciências voltado à formação cidadã, é importante destacar que este ensino sofreu diversas mudanças ao longo do tempo, sempre influenciadas pelas demandas políticas e sociais. Nos Estados Unidos, durante o período da Guerra Fria, o ensino valorizava uma educação elitista, que visava a formação de futuros cientistas para garantir sua hegemonia científica.

O ensino de Ciências no Brasil é objeto de estudo de pesquisadores que, analisando diversos documentos, apontam os movimentos que a partir do final da década de 40 e início da década de 50, marcando período em que os conhecimentos científicos passaram a fazer parte efetivamente do ambiente escolar brasileiro (SILVA-BATISTA; MORAES, 2019).

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), Lei nº 4024, de 20 de Dezembro de 1961, algumas mudanças ocorreram quanto às aulas na educação básica. A lei consolidou a obrigatoriedade da inclusão da disciplina de Ciências Naturais, no currículo escolar para todas as séries ginasiais. Nesse período, o ensino do conhecimento científico era tomado com verdade absoluta (BRASIL, 1997, p. 19).

Nesse período, a mais significativa busca por melhorias no ensino de ciências em âmbito nacional foi a iniciativa de um grupo de docentes da Universidade de São Paulo, sediados no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que se dedicou à elaboração de materiais didáticos e experimentais para professores e cidadãos interessados em assuntos científicos (NASCIMENTO *et. al.*, 2010, p. 228).

Em 1964, com a instauração da ditadura militar, o objetivo do ensino de ciências passou a ser a formação de técnicos e trabalhadores, importantes peças para o desenvolvimento do país. Em 1971, com a aprovação da LDB, Lei nº 5.692, (revogada pela Lei nº 9.394/96), surgiram profundas mudanças no ensino de Ciências, que passou a enfatizar as etapas do método científico e objetivava a formação de futuros cientistas. Os alunos seguiam uma metodologia rígida para discutir resultados e chegar a uma conclusão (KRASILCHIK, 2000, p. 88).

Durante a década de 1970, devido às grandes crises sobre o meio ambiente e o papel das ciências para a sociedade, surgiram os primeiros debates a respeito das questões tecnológicas no currículo de Ciências (BRASIL, 1997, p. 20). A inclusão de discussões sobre a relação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) intensificou-se com a aprovação de uma nova LDB (Lei nº 9.394) e da criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Assim, o ensino de ciências assumiu diferentes abordagens ao longo dos anos, desempenhando papel de grande importância na formação dos cidadãos.

1.1.2 Importância da Educação Científica

A educação científica é utilizada como conceito essencial no desenvolvimento humano, transmitindo a ideia de formação de cidadãos e sendo contrária à ideia da preparação de futuros cientistas (CACHAPUZ *et al.*, 2011). Neste sentido, a alfabetização científica (AC) permite a apropriação dos conhecimentos científicos, tornando-se grande aliada para desenvolver a argumentação, a criticidade e a reflexão nos alunos.

A alfabetização científica possibilita que o sujeito compreenda fatores relativos ao avanço científico e tome posições, a partir do conhecimento do conteúdo, do método e da cultura científicas; além de possibilitar construção de uma imagem mais realista da ciência (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011, p.46).

A AC deve fornecer conhecimentos científicos para que o aluno saiba interpretar fenômenos e resolver problemas do cotidiano. Desta forma, o ensino de ciências a partir de uma perspectiva de educação científica contribui para consolidar o papel do indivíduo como cidadão atuante na sociedade. Assim, a AC busca destacar a contribuição do ensino de ciência no processo de tomada de decisões pelos estudantes, refletindo sobre questões éticas, econômicas e ambientais.

O ensino de ciências almeja “a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.60). Neste sentido, a AC assume um caráter educacional, político e social, visando a inclusão de valores éticos e culturais no ensino, que interferem nas decisões futuras e repercutem no cotidiano dos cidadãos. Isso demonstrou a necessidade de investir no ensino de ciências, levando em consideração aspectos que contribuam para a aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Não basta que o aluno tenha consciência dos processos da ciência, de seus mecanismos intrínsecos; para conviver em sociedade, atualmente o cidadão precisa ser capaz de relacionar essa ciência com o seu entorno, deve conseguir transpor os muros da escola e trazer esses processos e mecanismos intrínsecos da ciência para sua realidade, e precisa compreender como esses processos lhe influenciam e são influenciados por ele (QUINATO, 2013, p. 11).

Assim, uma AC de qualidade apresenta informações contextualizadas e de relevância social para os alunos. Concebe-se um ensino focado nos estudantes e nas suas experiências diárias, para que consigam integrar seus conhecimentos pessoais, ambientais, sociais, tecnológicos e científicos.

A educação científica (EC) deve ser desenvolvida com foco no processo educativo, na formação para a cidadania e na ética, sobretudo, para propiciar a formação de estudantes que possam refletir sobre as diferentes situações do cotidiano. Alunos alfabe-

tizados cientificamente podem ser capazes de assumir uma postura mais crítica e reflexiva, contribuindo para desempenhar uma participação social e política no ambiente onde está inserido (DEMO, 2010).

Nesse sentido, a atividade científica precisa envolver a população na tomada de decisões diante de questões éticas e morais, principalmente em fenômenos sobre os avanços científicos e tecnológicos, que podem colocar em risco as pessoas e o meio ambiente (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Entretanto, para que uma abordagem científica seja implementada no Ensino de Ciências da educação básica, tem-se uma necessidade de mudança no campo educacional. Conseqüentemente, os currículos que orientam o ensino de ciências deverão ser adaptados. Isso constitui um grande desafio que deverá levar em consideração três aspectos: a aprendizagem do educando, o novo ensino na sala de aula e a alfabetização científica em um processo de formação para a cidadania.

1.2 Indicadores da Alfabetização Científica

A alfabetização científica (AC) é caracterizada por três pontos estruturantes, que surgem como referenciais para o ensino de ciências em sala de aula. Tais pontos são denominados de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica e dizem respeito à: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos; compreensão da natureza da ciência, retratando as diferentes influências na construção de um novo conhecimento; e o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SASSERON, 2015). A relevância desta integração é também defendida na Declaração sobre Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO):

Trata-se não apenas de analisar os impactos atuais e potenciais da C&T sobre a sociedade, mas também de compreender as influências recíprocas ou, em termos mais precisos, de estudar a ciência, a tecnologia e as interações societárias de forma integrada (UNESCO, 2003, p. 17).

Neste sentido, Auler e Delizoicov (2001) reforçam a necessidade de alfabetizar cientificamente os alunos, para que estes assumam uma postura crítica da realidade e não aceitem qualquer discurso produzido durante o avanço científico-tecnológico. Nesta perspectiva, há certo consenso entre pesquisadores e educadores sobre o importante papel que a escola deve desempenhar, no sentido de esclarecer a interação tecnologia, meio ambiente e sociedade com os conhecimentos científicos (SCARPA *et al.*, 2017).

Quando se fazem propostas para uma alfabetização científica se pensa imediatamente nos currículos de ciências. Estes, cada vez mais, em diferentes países têm buscado uma abordagem interdisciplinar na qual a ciência é estudada de maneira inter-relacionada com a tecnologia e a sociedade. Tais currículos têm sido denominados de CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade (CHASSOT, 2000, p. 47-48).

Ao compreender melhor as relações CTS, o estudante pode estar preparado para solucionar situações-problemas do cotidiano e tomar decisões fundamentadas, atuando ativamente no meio onde está inserido. Para Amorim (2014), uma defesa por uma perspectiva crítica dessa educação, requer o desenvolvimento de ações que permitam a compreensão das implicações sociais e ambientais decorrentes do avanço científico, contribuindo para que os alunos possam tomar decisões responsáveis.

O uso de habilidades de CTS também permite que os indivíduos tomem decisões sobre questões científicas, racionalizando logicamente a questão em discussão, a fim de detectar falácias em argumentos, ou para suspender a tomada de uma decisão quando não houver provas suficientes para argumentar para rastrear e sustentar uma conclusão (TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011, p. 46).

Diante disso, é possível notar que os pressupostos centrais da educação científica coincidem bastante com os elementos presentes na educação CTS, os quais envolvem a compreensão da natureza da ciência, o desenvolvimento de uma postura crítica e a função social da escola e da educação. Nesse último aspecto, o currículo tem papel fundamental, devendo promover competências da alfabetização científica, de acordo com as necessidades da sociedade, características dos alunos e contextos em que estes vivem.

1.3 Alfabetização científica em um contexto de pandemia na era das *Fake News*

No final de dezembro de 2019, os canais de comunicação divulgaram notícias referentes aos graves problemas de saúde que atingia a cidade de Wuhan, província de Hubei, na China. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recebeu alertas do crescente número de casos de uma nova doença respiratória aguda, semelhante à pneumonia, entre os moradores, causada por um novo tipo de vírus.

O agente etiológico foi identificado como SARS-CoV-2 e apesar de causar infecção respiratória com baixa letalidade quando comparado a outros Coronavírus, o SARS-CoV-2 apresentou um alto poder de contaminação, atingindo um número maior de pessoas e foi capaz de infectar antes do aparecimento dos sintomas (OPAS, 2020).

Desta forma, em pouco tempo, o novo coronavírus se espalhou por outros lugares e chegou ao Brasil. No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde

(OMS) classificou como pandemia o surto de covid-19, doença causada pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2). Neste contexto, o estabelecimento de algumas medidas de distanciamento social foi necessário para evitar aglomerações e deslocamentos das pessoas e conseqüentemente, a circulação viral (OPAS, 2020).

Diante disso, o cenário da pandemia de COVID-19 afetou profundamente e de múltiplas maneiras a vida cotidiana, o mundo produtivo, o sistema financeiro global e o processo educacional. Pessoas, instituições e diversos serviços alteraram drasticamente suas rotinas e tiveram que se reinventar diante do cenário pandêmico. As atividades escolares foram interrompidas abruptamente e foi adotado o ensino remoto (OPAS, 2020).

Apesar das medidas de distanciamento estabelecidas, a curva de casos e de óbitos seguiu aumentando de forma exponencial e assustadora. Neste contexto, estatísticas, entrevistas com especialistas e as notícias referentes à doença passaram a ser cada vez mais frequentes, contribuindo para o surgimento de diversos sentimentos: medo, insegurança, angústia, tristeza, raiva, frustração, etc (DELMAZO; VALENTE 2018).

Esse cenário contribuiu para a busca desesperada da população por uma solução e conseqüentemente, para o crescimento do número de notícias e informações relacionadas a estratégias de prevenção e tratamentos. *Fake news* sobre o uso de produtos de limpeza, receitas milagrosas e automedicação, suplementos vitamínicos e alimentos para o fortalecimento do sistema imunológico e vacinação foram propagadas de forma acentuada.

As notícias falsas recebidas entre 17 de março e 10 de abril de 2020 revelam que 65% delas ensinavam métodos caseiros para prevenir o contágio da Covid-19; 20% mostravam métodos caseiros para curar a doença; 5,7% se referiam a golpes bancários; 5% faziam menção a golpes sobre arrecadações para instituição de pesquisa; e 4,3% diziam respeito ao uso do novo coronavírus como estratégia política (GALHARDI *et al.*, 2020, p.4204).

O termo *fake news* passou a ser incorporado no vocabulário atual, denominando a propagação massiva de notícias falsas e rumores que comprometem a credibilidade das explicações oficiais respaldadas cientificamente. Tais notícias objetivavam distorcer fatos intencionalmente, de modo a atrair audiência, manipular a opinião pública, desprestigiar ou exaltar uma instituição ou uma pessoa, para obter vantagens econômicas e políticas (PAULA *et al.*, 2018).

Entretanto, a disseminação de notícias falsas pode possuir desdobramentos perigosos e afetar a vida de várias pessoas, pois interferem na tomada de decisões. Buscando-se entender o alcance das notícias falsas e conseqüências, uma pesquisa feita por

Avaaz verificou que 94% dos brasileiros entrevistados receberam pelo menos uma *fake news* sobre pandemia e sete em cada dez acreditaram (FONSECA; FRANCO, 2020).

No âmbito da saúde, a divulgação das notícias pode interferir, por exemplo, na cobertura vacinal. “As informações que se colocam contra os métodos de imunização são propagadas pelos movimentos antivacinas cuja motivação vem do âmbito político, religioso e ideológico” (TEIXEIRA; SANTOS, 2020). Elas validam a percepção enganosa de que a vacina é dispensável porque as doenças, aparentemente, desaparecem.

O ser humano é colocado no centro da decisão pela adoção ou repulsa à vacinação, isentando o indivíduo da responsabilidade coletiva pela saúde. Geralmente, tais notícias desvalorizam o conhecimento científico e colocam à prova os avanços da ciência em direção à preservação da vida.

Em 2008, foram propagados boatos que ensinavam uma receita natural de proteção contra a febre amarela, nas redes sociais e no aplicativo de mensagem WhatsApp. Neste período, muitas pessoas acreditaram que a vacinação seria ineficaz e levaria à morte. Devido a essa crença, somente 55% da população aderiu à campanha de vacinação contra a febre amarela (GALHARDI, 2020).

Em 2018, a divulgação das notícias falsas levou à redução do índice de vacinação contra sarampo, e conseqüentemente, houve um crescimento de casos da doença no Brasil. Neste contexto, o Ministério da Saúde promoveu campanhas de vacinação associadas informativos de combate às *fake news* sobre vacinas, em diferentes veículos de comunicação (SANTOS *et al.*, 2018).

O surgimento das *fake news* demonstrou o conhecimento científico precário da maioria das pessoas, pois os indivíduos que não estão bem informados tendem a acreditar em notícias sem comprovação científica. Pode-se dizer que parte significativa da população reconhece a ciência, mas não tem intimidade com esse tipo de atividade.

A intensa divulgação das notícias falsas evidenciou a necessidade de uma educação científica. Nesse aspecto, o ensino do conhecimento científico surge como uma possibilidade eficaz de combater a disseminação de *fake news*, estimulando a comunicação entre a população e a ciência; levando as produções, métodos e estudos realizados pelos cientistas à comunidade e deixando a população menos vulnerável.

A alfabetização científica é fundamental para nortear atos e desenvolvendo um cidadão crítico. É relevante estar atento às mudanças do mundo científico, ou seja, conhecer o que está sendo desenvolvido para questionar suas conseqüências imediatas e futuras. Ser alfabetizado em ciência significa ter o mínimo de conhecimento necessário

para poder avaliar os avanços da ciência e tecnologia e suas implicações na sociedade e ambiente (DANTAS, 2016). Assim, o processo que estimula a educação científica visa potencializar nossa leitura do mundo, formando sujeitos capacitados para tomada de decisões no meio social, político e econômico (COSTA, 2008).

As redes sociais, o uso de diversas tecnologias de comunicação e o acesso à internet também contribuíram para a propagação de notícias sem comprovação científica. O uso de smartphones ou outros equipamentos eletrônicos permite que muitas informações sejam criadas e difundidas com facilidade e rapidez, muitas vezes de origem e autoria desconhecidas (MATEUS, 2015; MORENO; HEIDELMANN, 2017).

Neste contexto, tendo em vista que a tecnologia e a ciência estão presentes diariamente na sociedade, é necessário que as disciplinas estudadas nas instituições de ensino possam promover o desenvolvimento do senso crítico dos educandos, para que estes possam ter discernimento mínimo daquilo que é importante para exercer a cidadania e para ter melhor qualidade de vida, entre outros. O desenvolvimento dessa habilidade reforça a importância da Alfabetização Científica.

As informações sobre a pandemia, métodos de tratamento e prevenção, permitiram que alguns conhecimentos científicos ganhassem destaque nos meios de comunicação. Conteúdos como características dos vírus, mecanismo de propagação de doenças, importância do fortalecimento do sistema imunológico, produção e ação das vacinas têm sido bastante citados nos noticiários, propagandas, redes sociais, entre outros.

O ensino de biologia na educação básica surge como ferramenta indispensável para a discussão de conteúdos associados ao contexto atual. A aprendizagem de aspectos do sistema imunológico: características, componentes e funções, tipos de imunização, permitem a contextualização do conhecimento, propiciando a participação ativa do aluno e valorização dos seus conhecimentos prévios.

Desta maneira, o ensino de biologia e do sistema imunológico no nível médio poderá contribuir para a formação integral do indivíduo a partir da alfabetização científica. Estes, poderão desenvolver a capacidade para analisar e avaliar situações-problemas do cotidiano, bem como, preparar-se para a tomada de decisões e posicionamento diante de questões relevantes para ele e para a sociedade onde está inserido, tornando-se um cidadão crítico e reflexivo.

CAPÍTULO 2. A Abordagem do Sistema Imunológico no Ensino Médio e sua Contribuição para a Alfabetização Científica

2.1 Introdução

A educação brasileira utiliza documentos básicos que norteiam os processos de reflexão, planejamento e prática pedagógica em todas as escolas do país. Tais documentos, apresentam competências e habilidades que, direta ou indiretamente, são semelhantes aos princípios da alfabetização científica e que devem ser desenvolvidas nos estudantes, para a formação cidadã.

A abordagem de temas relacionados à saúde nas aulas de biologia permite a contextualização dos conteúdos escolares, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades presentes nos documentos e, conseqüentemente, para a aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, o ensino do sistema imunológico, bem como os processos relacionados a imunização ativa, surge no capítulo como conteúdo que pode contribuir para a educação científica no contexto atual.

2.1.1 Base legal sobre a Educação Básica

a. Lei de Diretrizes e Bases

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, define e regulamenta o sistema de educação brasileiro. Essa lei garante o direito a educação já previsto na Constituição Federal de 1988 e estabelece que a Educação Básica (Ensinos Fundamental e Médio) é dever do Estado e da família. Sua função é garantir o desenvolvimento do educando, preparando-o para exercer plenamente sua cidadania e qualificá-lo para o trabalho (BRASIL, 1996).

A LDB 9394/96 é a mais importante lei brasileira que se refere à educação, criada para garantir o direito de educação gratuita e de qualidade à toda a população. Segundo essa lei, a educação brasileira é dividida em dois níveis: a educação básica e o ensino superior. A Educação básica é composta pela educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio.

A educação infantil é uma etapa não obrigatória, de responsabilidade dos municípios. Nela, o aluno pode frequentar as creches, no período de 0 a 3 anos e a pré-escola

dos 4 aos 5 anos. O ensino fundamental é obrigatório, podendo ser gratuito ou não. Ele é constituído pelos anos iniciais, do 1º ao 5º ano e os anos finais, do 6º ao 9 ano. Apesar de ser responsabilidade dos municípios, na prática, os anos finais são atendidos pelo Estado.

O ensino médio é de responsabilidade do Estado. Ele corresponde ao antigo 2º grau e antecede o ingresso ao ensino superior. Ele também pode ser técnico profissionalizante. Para o Ensino Médio, a própria Legislação educacional vigente propõe algumas finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996, art. 35).

Ainda segundo a LDB, os principais objetivos do Ensino Médio (EM) são formar o aluno para o trabalho; oferecer preparação para ingresso no ensino superior; e promover formação para a vida e a cidadania (BRASIL, 1996). Desta forma, o Ensino Médio integra uma etapa do processo educacional considerada básica para oferecer uma educação integral e atuação do aluno na sociedade. Para isso, a LDB estabelece algumas funções para o EM:

- A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa;
- O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- A preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo;
- O desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos (BRASIL, 1996).

Neste sentido, a LDB apresenta aspectos fundamentais para a formação integral do aluno. Especificamente, no inciso IV, dos artigos 35 e 36, a lei afirma que o aluno deve desenvolver a capacidade de compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos e compreender o significado da Ciência através da relação entre a teoria e a prática, no ensino de cada disciplina. Outra finalidade apontada no inciso III do mesmo artigo da

LDB 9.394/96 é a construção do educando enquanto pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. (BRASIL, 1996).

Para consolidar os princípios e objetivos dispostos na lei, outros documentos curriculares foram publicados. Tais documentos orientam a organização e o desenvolvimento dos currículos de todas as redes de ensino da Educação Básica do país. Eles apontam conhecimentos, princípios, valores e ações que devem ser desenvolvidos nas instituições de ensino.

b. Parâmetros Curriculares Nacionais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) constituem um conjunto de documentos desenvolvidos pelo Ministério da Educação, publicado no final da década de 90, com o propósito de estimular a reflexão sobre as práticas pedagógicas, sobre o planejamento de aulas, sobre o desenvolvimento do currículo da escola. Assim, os PCNs apresentam-se como uma proposta de ensino comprometida com desenvolvimento dos processos de aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem como uma proposta de reorientação curricular que a Secretaria de Educação Fundamental do Ministério da Educação e do Desporto oferece a secretarias de educação, escolas, instituições formadoras de professores, instituições de pesquisa, editoras e a todas as pessoas interessadas em educação, dos diferentes estados e municípios brasileiros (BRASIL, 1998, p. 9).

Esse documento foi elaborado a fim de conduzir o trabalho docente, norteando as atividades realizadas na sala de aula. Assim, ele é fornece condições de funcionamento para a prática pedagógica de qualidade, além de apresentar conteúdos mínimos a serem ministrados por cada disciplina (BRASIL, 1998).

Para consolidar ainda mais a importância do currículo nas instituições de ensino, em 1999, foram estabelecidos os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). O documento apresenta alguns princípios gerais, fundamentais para a prática pedagógica, de maneira que possa contribuir para o desenvolvimento do indivíduo. Tais princípios orientam a reformulação curricular deste nível e se expressam na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 9.394/96.

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000, p. 5).

Segundo estes princípios, “a formação do aluno deve ter como alvo principal a construção de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (BRASIL, 2000, p. 5). Assim, os PCNEMs estabeleceram uma educação voltada para a formação do educando enquanto ser humano, visando sua autonomia intelectual e seu pensamento crítico, preparando para ingressar no mundo do trabalho e/ou para continuar seus estudos em níveis posteriores.

Além da ênfase dada a uma formação voltada para o trabalho, os documentos oficiais que orientam o Ensino Médio (EM) abordam a necessidade de uma educação básica voltada para a formação humana integral dos educandos e sua cidadania. Assim, ao longo do EM o aluno terá sua formação baseada em alguns aspectos:

...à formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e que permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos (BRASIL, 2000).

Os PCNEMs orientam para a necessidade de que os estudantes tenham uma formação de qualidade, que os leve a pesquisar, a buscar informações, a analisá-las e selecioná-las. Neste sentido, o currículo passou a contemplar a realização de atividades que contribuíssem para o desenvolvimento dos alunos nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva (BRASIL, 2000).

Neste sentido, os PCNEMs afirmam que elementos da história e da filosofia devem ser abordados nas aulas, pois estes aspectos tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma interação entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. Além disso, esses parâmetros afirmam que o conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias e que implicam intervenção humana no ambiente.

Os PCNEMs também apontam para a importância do estudo das funções vitais e funcionamento dos sistemas. A abordagem desses aspectos contribui para que o estudante compreenda as relações existentes entre os sistemas que constituem o corpo humano e o meio ambiente e que podem interferir na saúde do indivíduo. Apesar de apontar alguns aspectos que devem ser desenvolvidos durante a educação básica, os

PCNEMs não apresentam detalhes dos objetos de conhecimentos que devem ser abordados em sala de aula.

Diante disso, surgem as orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Este documento caracteriza o ensino de biologia a partir de seis temas estruturadores: interação entre os seres vivos; qualidade de vida nas populações humanas; identidade dos seres vivos; diversidade da vida; transmissão da vida, ética e manipulação gênica; origem e evolução da vida. Tais temas devem ser abordados como forma de apresentar uma aprendizagem contextualizada, que tenha significado para o estudante, de modo que o aluno consiga relacionar o que é apresentado na escola com a sua vida, sua realidade e com diversas práticas sociais.

Nesta perspectiva, os conteúdos de biologia relacionados ao sistema imunológico podem ser abordados em sala de aula a partir de temas estruturadores. O tema “Qualidade de vida das populações humanas” apresenta-se como eixo adequado para a inserção de fisiologia e o estudo de imunidade no Ensino Médio. Neste sentido, vale ressaltar que o ensino de conhecimentos relacionados à saúde viabiliza a melhoria da qualidade de vida dos alunos em níveis pessoal e coletivo.

O tema estruturador “Transmissão da vida, ética e manipulação gênica” também apresenta-se como eixo relacionado a esta temática, pois permite relacionar aos conhecimentos sobre o sistema imunológico, como a interação antígeno e anticorpo nos grupos sanguíneos, transplantes, doenças autoimunes e o desenvolvimento de vacinas gênicas.

Assim, no ensino de Biologia, é indispensável que se desenvolvam atitudes e valores que colaborem para uma educação que formará indivíduos que sejam cidadãos conscientes e capazes de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões. Tais competências tem o objetivo de garantir a formação dos indivíduos em suas diversas dimensões, como meio para se alcançar uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Alfabetização científica e tecnológica aponta para um dos mais importantes objetivos do ensino das ciências no nível médio, o de fazer com que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e sobre os conflitos gerados pela negociação política. Uma formação crítica exige por parte dos sujeitos a capacidade de discutir abertamente questões resolvidas em instâncias tecnocráticas, que devem estar amparadas em sólida formação científica e tecnológica. Implica que seja possível discriminar o domínio da ciência e da Tecnologia do debate ético e político (BRASIL, 2006, p. 47).

Segundo os PCNs, é necessário favorecer o desenvolvimento de uma postura reflexiva e investigativa, de não-aceitação, a priori, de ideias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação (BRASIL, 1998).

c. Base Nacional Comum Curricular

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, prevê em seu vigésimo sexto artigo a elaboração de uma base curricular comum para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, uma tentativa de unificação dos currículos das escolas brasileiras.

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996, p. 16).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCN/EB) e a própria Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996), entende-se a Base Nacional Comum Curricular como:

Os conhecimentos, saberes e valores produzidos culturalmente, expressos nas políticas públicas e que são gerados nas instituições produtoras do conhecimento científico e tecnológico; no mundo do trabalho; no desenvolvimento das linguagens; nas atividades desportivas e corporais; na produção artística; nas formas diversas de exercício da cidadania; nos movimentos sociais (BRASIL, Parecer CNE/CEB nº 07/2010, p. 31).

Assim, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), começou a ser elaborada em 2014, após a aprovação do Plano Nacional de Educação (PNE) e foi homologado através da resolução nº 2, do Conselho Nacional de Educação (CNE), em 22 de dezembro de 2017. A parte da BNCC com o detalhamento para o Ensino Médio foi homologado no dia 14 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2017). Para sua formulação, a BNCC contou com várias contribuições de professores especialistas e associações para a sua construção.

A necessidade de elaboração e implementação de uma base curricular comum da Educação Básica para o território nacional antecede a LDB. Os “conteúdos mínimos” eram previstos na Constituição de 1988, e se repetiu na LDB, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica e nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (MICARELLO, 2016). Entretanto, a natureza dessa base para os currículos não estava definida.

O principal objetivo desse documento é promover a equidade na educação, garantindo aos alunos o acesso ao mesmo conteúdo nas escolas de todo país, viabilizando a igualdade de oportunidades (BRASIL, 2018). Neste sentido, a BNCC define as aprendizagens essenciais que todos os alunos brasileiros devem desenvolver ao longo da educação básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento (BRASIL, 2018, p. 7).

O documento final tem como fundamentos pedagógicos o desenvolvimento de competências e a educação integral.

A BNCC afirma, de maneira explícita, o seu compromisso com a educação integral. Reconhece, assim, que a Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse desenvolvimento, rompendo com visões reducionistas que privilegiam ou a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva. Significa, ainda, assumir uma visão plural, singular e integral da criança, do adolescente, do jovem e do adulto – considerando-os como sujeitos de aprendizagem – e promover uma educação voltada ao seu acolhimento, reconhecimento e desenvolvimento pleno, nas suas singularidades e diversidades (BRASIL, 2018, p. 12).

No contexto da educação integral, o documento postula uma formação que capacite o estudante a atuar nas diversas dimensões da vida contemporânea, diante de suas facilidades e desafios: o volume de informações, a cultura digital e a diversidade. Dentre seus objetivos, a BNCC busca mais qualidade e equidade da educação.

[...] para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2018, p. 14).

A organização da BNCC do ensino médio está pautada em aprendizagens, competências gerais e específicas, habilidades para cada disciplina, fundamentais para o desenvolvimento da educação integral. As definições desses conceitos são apresentadas no próprio documento:

Na BNCC, a competência é a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho [...] As habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares (BRASIL, 2018, p. 6).

Entretanto, o discurso das competências foi institucionalizado no sistema educacional brasileiro com a LDB e pelos documentos oficiais que regulamentam e orientam ensino médio no Brasil, recuperando a proposição dos Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCNs) e das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs). Perrenoud define competência como a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos para solucionar situações-problema com eficácia. Esta definição é baseada em quatro aspectos:

a) as competências não são elas mesmas saberes ou atitudes, mas mobilizam, integram e orquestram tais recursos; b) essa mobilização só é pertinente em situação, sendo cada situação singular, mesmo que se possa tratá-la em analogia com outras, já encontradas; c) o exercício da competência passa por operações mentais complexas, subtendidas por esquemas de pensamento que permitem determinar mais ou menos consciente e rapidamente e realizar de modo mais ou menos eficaz uma ação relativamente adaptada, mas também ao sabor da navegação diária de um professor, de uma situação de trabalho a outra (PERRENOUD, 2000, p. 15).

Apoiada nos princípios éticos, políticos e estéticos preconizados nas DCNs, a BNCC adota dez competências gerais que abrangem todos os componentes curriculares ao longo da Educação Básica (Quadro 1). Tais competências são necessárias à atuação no contexto social contemporâneo, pois devem “assegurar, como resultado o seu processo de aprendizagem e desenvolvimento, uma formação humana integral que visa à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2018, p. 25).

Quadro 1. Competências gerais elencadas no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

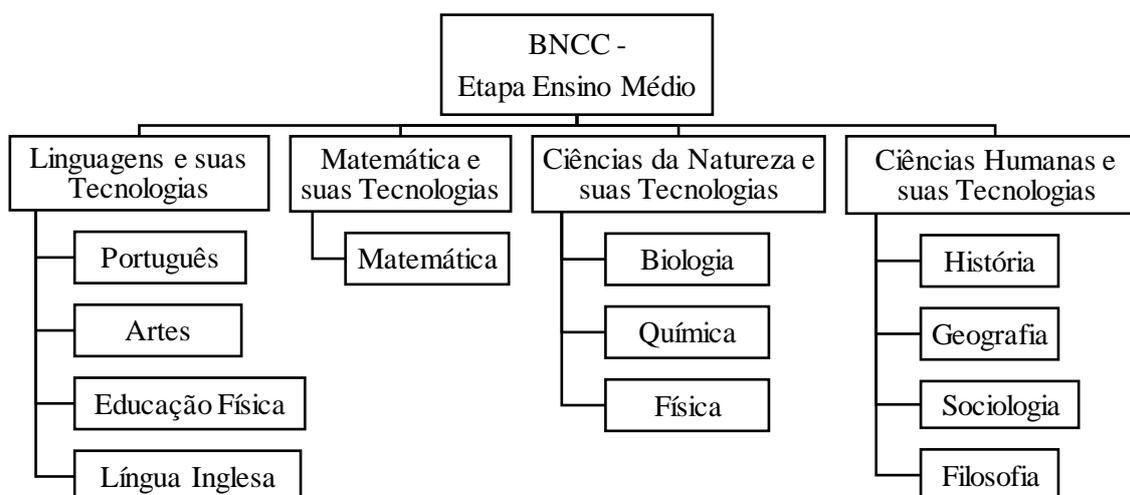
COMPETÊNCIAS GERAIS
Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade (fatos, informações, fenômenos e processos linguísticos, culturais, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos e naturais), colaborando para a construção de uma sociedade solidária.
Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
Desenvolver o senso estético para reconhecer, valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também para participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
Utilizar conhecimentos das linguagens verbal (oral e escrita) e/ou verbo-visual (como Libras), corporal, multimodal, artística, matemática, científica, tecnológica e digital para expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e, com eles, produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano (incluindo as escolares) ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas.
Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao seu projeto de vida pessoal, profissional e social, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos e a consciência socioambiental em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas e com a pressão do grupo.
Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de origem, etnia, gênero, orientação sexual, idade, habilidade/necessidade, convicção religiosa ou de qualquer outra natureza, reconhecendo-se como parte de uma coletividade com a qual deve se comprometer.
Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões, com base nos conhecimentos construídos na escola, segundo princípios éticos democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: BNCC (2018, p.9)

Além das competências gerais, a BNCC apresenta os conhecimentos organizados em quatro áreas: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, conforme determina a LDB. (Figura 1). Uma organização semelhante a esta já era notada através dos PCNEMs, organizados em blocos (Linguagens e suas tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias).

Figura 1. Organização das Áreas do Conhecimento segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).



Fonte: elaborado pela autora

Cada área de conhecimento apresenta competências específicas e habilidades, estas últimas definidas como “são as aptidões desenvolvidas ao longo de cada etapa de ensino e que contribuem para o desenvolvimento das competências gerais e específicas da Base” (ANDREAZZI, 2019, p. 01). Tais habilidades estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento, que estão organizados em unidades temáticas e “expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares” (BRASIL, 2017, p. 29).

Conforme destaca o texto da BNCC, as competências específicas fazem uma articulação horizontal entre as áreas, permeando todos os componentes curriculares, bem como a articulação vertical e a continuidade das experiências dos alunos (BRASIL, 2017). Neste sentido, os componentes curriculares que compõem esta área devem promover o desenvolvimento da capacidade de participação ativa do educando na sociedade.

Assim, as disciplinas Biologia, Física e Química (componentes curriculares desta área) são caracterizadas pelo seu potencial em promover a alfabetização científica dos alunos, buscando auxiliar na formação humana integral dos educandos, considerando sua formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

2.1.2 O Ensino do Sistema Imunológico

a. Características do Sistema Imunológico

Atualmente, o ensino de ciências deve extrapolar o ensino de conceitos, agregando valor cultural à ciência e tornando os estudantes aptos para interpretar e interferir no seu cotidiano, a partir de conhecimentos científicos estudados (BRASIL, 1998). Assim, o ensino deve desenvolver a capacidade de tomada de decisão, vinculando os conteúdos trabalhados com o contexto social e cultural em que o estudante está inserido.

Para promover um aprendizado ativo, que, especialmente em Biologia, realmente transcenda a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos (BRASIL, 2000, p.15).

Desta forma, o ensino deve estar associado com um aprendizado útil ao aluno, baseado na busca do próprio interesse do aluno. Sendo assim, os conteúdos abordados em sala de aula devem ser atrativos, interdisciplinares e contextualizados, que permitam

que os conhecimentos adquiridos nas instituições de ensino possam ser usados no cotidiano do estudante (BRASIL, 1998).

Conteúdos sobre tipos celulares e técnicas, como terapia gênica, manipulação de DNA, células-tronco, transgenia, entre outros, estão presentes nos noticiários (GOMES *et al.*, 2020). Assim, conscientemente ou não, a ciência faz parte da vida de todo cidadão. Tomando como referência as orientações apontadas nos documentos citados anteriormente, no contexto de pandemia e das *fake news* vivido atualmente, percebe-se a necessidade de que os conteúdos científicos devem ser voltados também para a compreensão dos aspectos fisiológicos e relacionados à saúde dos indivíduos.

Neste sentido, é importante abordar conteúdos relacionados ao Sistema Imunológico, uma vez que, a dinâmica saúde-doença, produção e utilização de vacinas e soros, apresentam extrema relevância para a compreensão do funcionamento do organismo humano e suas relações com o ambiente dentre outros (ABBAS *et al.*, 2015). Com relação ao contexto atual e a divulgação de *fake news*, o educando poderá aceitar mais facilmente a vacinação, por exemplo, quando informado sobre a gravidade da doença, o risco de infecção, a segurança da administração das vacinas.

Na literatura especializada, o sistema imunológico é compreendido como um dos mecanismos que pode atuar na homeostase do organismo humano, a fim de manter o corpo isento, protegido e defendido de partículas e seres estranhos, provenientes do ambiente (MURPHY, 2014).

A Imunologia Básica será abordada como uma subárea que estuda os componentes biológicos atuantes nos processos imunológicos, sua dinâmica de funcionamento e inter-relações, em um processo que busca a homeostasia do organismo, ou seja, seu equilíbrio frente às mudanças externas ou internas (ABBAS *et al.*, 2015).

A imunologia surgiu no final do século XIX, em um período conhecido como a era da bacteriologia. Os médicos da época observaram que algumas doenças infecciosas, como caxumba, rubéola, sarampo, causavam a doença uma única vez nas pessoas, pois os sobreviventes se tornavam resistentes. Esse conhecimento foi fundamental, pois permitiu que os sobreviventes a varíola fossem chamados para tratar das pessoas infectadas (DANIEL-RIBEIRO; MARTINS, 2009).

Segundo a literatura clássica da área, o sistema imunológico (SI) é constituído por células e moléculas responsáveis pela resistência aos agentes estranhos para o organismo e às infecções. A importância desse sistema na vida do indivíduo é observada frequentemente em pessoas com resposta imunológica deficitária, sendo assim mais susceptíveis às infecções pelos agentes patogênicos.

Os componentes do SI encontram-se distribuídos no organismo humano, mas atuam de maneira coletiva, cooperativa e coordenada para responder à presença de substâncias “estranhas” ao organismo. O SI é caracterizado pela movimentação constante de seus componentes celulares através do sangue. Essa circulação é fundamental para a grande interação entre as células deste sistema e os variados componentes do organismo, como a linfa e os órgãos linfoides (ABBAS *et al.*, 2015).

Diante de tais características, existe a necessidade de abordar temas relacionados à imunologia não apenas nas universidades, mas nas escolas de nível fundamental e médio, tendo em vista que muitos discentes chegam ao ensino superior sem conhecimentos básicos sobre esta ciência (BARRETO; TEIXEIRA, 2013).

O ensino de Imunologia apresenta grande relevância no processo de formação integral dos alunos. Na educação básica, este sistema permite que os estudantes possam compreender sobre vários fenômenos fisiológicos, que ocorrem para a manutenção de seu equilíbrio em relação a si mesmo e ao meio onde se encontra. O estudo dos componentes e atuação desse sistema contribui para a construção de saberes e valores importantes para os estudantes, que podem resultar em transformações de atitudes e tomada de decisões adequadas à sua saúde e bem-estar biopsicossocial (ANDRADE *et al.*, 2016).

Logo, a relevância do conhecimento do sistema imune humano reside nos subsídios que esses assuntos fornecem ao estudante para compreensão da saúde e das relações estabelecidas entre o organismo e o ambiente, constituindo-se como um conhecimento essencial para a educação científica e formação integral do indivíduo. Isso contribui para que o aluno se torne um cidadão atuante, reflexivo, consciente dos seus direitos e deveres na sociedade.

É importante que o ensino de Imunologia seja pautado por abordagem crítica e reflexiva sobre o contexto histórico em que as principais descobertas aconteceram. Isso contribuiria para o aprendizado significativo, considerando a compreensão dos estudantes sobre a evolução dos conceitos científicos com vistas a conscientização para a reformulação conceitual (BARRETO; TEIXEIRA, 2013).

O contexto de pandemia vivenciado na atualidade também destaca a necessidade do ensino deste sistema para a saúde pública. Entre os conteúdos relacionados a este sistema, tem-se a vacinação, que é considerada uma das mais relevantes intervenções em saúde pública no Brasil (LESSA, SCHRAMM, 2015). Neste sentido, há a necessidade de intensificação da sensibilização dos estudantes acerca da produção e segurança

das vacinas (PEREIRA *et al.*, 2013), pois o conhecimento referente a esse assunto pode contribuir para a adesão à vacinação.

O distanciamento do conhecimento científico referente à Imunologia Básica configura-se como fator limitante para compreensão do organismo humano, da saúde, da doença e dos processos de manutenção da vida. E gerar implicações para o exercício da cidadania, relacionado aos conhecimentos imunológicos necessários para a tomada de decisão acerca do uso indiscriminado de medicamentos como, por exemplo, antiinflamatórios (ANDRADE *et al.*, 2015, p.147).

Apesar da sua relevância, os temas relacionados ao ensino do SI na educação básica são apresentados de forma reducionista, em que a atuação é restrita ao papel de defesa do organismo. O conteúdo é pouco explorado no ensino de biologia de nível médio ou a imunologia é entendida como uma relação simplória de ataque e defesa (SIQUEIRA-BATISTA *et al.*, 2009), citando alguns aspectos dos tipos de imunidade inata e o mecanismo de produção de anticorpos (ANDRADE *et al.*, 2014).

Os episódios relacionados a epidemias que dizimaram uma grande parte da população, validaram e reforçaram essa concepção. Em adição, as teorias darwinistas que fortaleciam a adoção da metáfora bélica atribuída ao funcionamento do sistema imunológico, já que o pensamento biológico darwinista pressupõe e assume uma visão militar, competitiva e sangrenta do mundo natural, em que são selecionados os mais aptos.

Esse é um desdobramento um tanto óbvio da noção de que a competição seria a lei da natureza – um forte legado darwinista. E a partir do momento que se aceita que a defesa é a função do sistema imunológico, um instrumento de competição, torna-se inevitável que os processos que passam no sistema imunológico sejam descritos em uma linguagem bélica. (RAMOS, 2011, p. 111).

Entretanto, por ser considerada de grande relevância, principalmente diante do contexto atual, os documentos e recursos que conduzem o ensino de imunologia nas aulas de biologia do ensino médio podem contribuir para a abordagem dessa temática, de forma a desenvolver a capacidade crítica e reflexiva do estudante, colaborando para a sua formação integral e participação ativa na sociedade. Nesta vertente, este capítulo objetiva apresentar uma reflexão sobre o panorama das produções acadêmicas quanto a abordagem do sistema imunológico na educação brasileira.

b. Sistema Imunológico na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta importantes orientações para a construção dos currículos na educação brasileira, entre as quais há destaque para a proposição de estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Isso é possível por meio de discussões que envolvam temas relacionados ao co-

nhhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural (BRASIL, 2017). Desta forma, o debate sobre os tipos de imunização e desenvolvimento de vacinas são apropriados para promover as discussões em sala de aula, contribuindo para a formação de um sujeito crítico, reflexivo e atuante na sociedade.

A BNCC também apresenta a importância da contextualização dos conhecimentos em diversas esferas da ciência e tecnologia e a compreensão das práticas que constituem as investigações científicas. O ensino deve valorizar os conhecimentos prévios, o ambiente imediato e a aplicação dos conhecimentos na vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes (BRASIL, 2017b). O conhecimento científico está cada vez mais próximo dos alunos, em função da existência das diversas formas de divulgação da Ciência, como revistas, jornais, museus, TV, *internet* etc.

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 transversa e integradora (BRASIL, 2017b, p.19).

As relações do sistema imunológico com eventos próximos à realidade de todos os alunos, principalmente no contexto atual, diante das *fake news* e de uma pandemia causada pelo coronavírus permitem a incorporação destas informações no ensino de biologia. Assim, a biologia pode abordar vários conhecimentos que permitem a aproximação da ciência e do cotidiano, as questões de endemias, à diversidade e interdependência da vida.

Entretanto, para que os estudantes ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento, as competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio devem ser desenvolvidas. Entre as competências descritas na BNCC para a área Ciências da Natureza, há ênfase na investigação de situações-problema e a avaliação das aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo.

Assim, esta área do conhecimento apresenta três competências específicas, por meio das quais espera-se que os estudantes possam aguçar a curiosidade sobre o mundo, construir hipóteses, investigar e solucionar problemas, fazer análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (Quadro 2).

Quadro 2. Competências específicas de Ciências da Natureza elencadas no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global.
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.
Analisar 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: BRASIL (2018).

As três competências de Ciências da Natureza e suas Tecnologias desdobram-se em 26 habilidades, que devem ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio, visando contribuir para a formação integral do estudante. Entre as competências da área, quatro podem ser desenvolvidas a partir do ensino do sistema imunológico.

A segunda competência de Ciências da Natureza na BNCC afirma que o estudante deverá fazer “interpretações sobre a dinâmica da vida”. Assim, ao reconhecerem os processos de transformação que envolvem os seres vivos, os estudantes têm a oportunidade de entender aspectos referentes a dinâmica da vida, que incluem a organização e o funcionamento de seu corpo humano, a necessidade de autocuidado e de respeito ao outro, as modificações físicas e emocionais que acompanham as fases do desenvolvimento humano.

Para que os discentes alcancem essa competência, 9 habilidades são descritas, objetivando o desenvolvimento da capacidade de analisar situações do cotidiano, considerando as diversas dimensões do ser humano. Uma dessas habilidades é de grande importância para a promoção do bem-estar e da qualidade de vida.

Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar (BRASIL, 2018, p.555).

No ensino de biologia, os conhecimentos relacionados aos níveis de organização da vida (células, tecidos, órgãos e sistemas) podem ser mobilizados através dessa habilidade. Conteúdos referentes aos componentes de cada nível, bem como as funções des-

tes componentes podem ser trabalhados dentro dessa competência. Assim, a fim de desenvolver ações de promoção da qualidade de vida, os tecidos do corpo humano, temas relacionados ao sistema imunológico podem ser abordados em sala de aula.

A terceira competência da área objetiva a formação de jovens que tenham a capacidade de selecionar e discernir as variadas informações divulgadas nos meios de comunicação. Além disso, os alunos deverão ser capazes de avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico, para que possam argumentar e tomar decisões responsáveis, diante dos diversos desafios contemporâneos.

Nesta perspectiva, o ensino do sistema imunológico contribui para o desenvolvimento de três habilidades vinculadas a essa competência. Desta forma, uma das habilidades que merece destaque nesta pesquisa trata diretamente da necessidade de promover debates em torno de temas científicos e com relevância para a sociedade, para que os alunos possam interpretar e divulgar.

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 (BRASIL, 2018, p. 557).

A segunda habilidade que merece destaque aponta para a necessidade de desenvolver a capacidade crítica dos estudantes, para que estes, sejam capazes de selecionar informações amplamente divulgadas nos meios de comunicação.

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 a construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2018, p. 557).

A importância do desenvolvimento desta habilidade tem ficado evidente na atualidade, diante de uma pandemia que contribui para que diversas informações, sem comprovação científica, fossem facilmente difundidas. Neste sentido, o ensino de Biologia constitui uma importante ferramenta contra a desinformação e *fake news* divulgadas através dos meios digitais. O ensino dos mecanismos de atuação das vacinas e respostas do organismo a esse tipo de imunização podem contribuir para o desenvolvimento dessa habilidade.

Entretanto, a BNCC não é o primeiro documento a abordar essa habilidade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) afirmam que para o ensino médio, é imprescindível que o ensino de Biologia desenvolva habilidades que permitam ao aluno lidar

com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las e atuar com autonomia. Assim, a escola deve contemplar uma formação crítica, que vise sobretudo para o reconhecimento de ética na utilização e difusão de informação nos meios de comunicação (BRASIL, 2018).

Ainda na terceira competência da BNCC, o documento afirma que os estudantes devem desenvolver habilidades que possibilitem a análise dos impactos das tecnologias nas relações humanas e suas implicações éticas, morais, políticas e econômicas.

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 (BRASIL, 2018, p. 557).

No ensino de Biologia, temas controversos tais como: uso de transgênicos, terapia gênica, uso de agroquímicos e vacinação podem ser discutidos através de debates em sala de aula. Vários conhecimentos deste componente curricular podem ser mobilizados a partir dessa habilidade, bem como riscos e benefícios da tecnologia para a humanidade e o planeta.

Outra habilidade relacionada a terceira competência de Ciências da Natureza possibilita as discussões das ações de políticas públicas voltadas para a promoção do bem-estar e da saúde da população. Diversos conteúdos de biologia permitem o desenvolvimento desta habilidade, tais como o ensino de virologia, fisiologia humana e mecanismo de defesa e medidas de prevenção de doenças e medidas de saneamento básico, etc.

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 promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população (BRASIL, 2018, p. 557).

Um aspecto importante dessa habilidade é que, a partir da mobilização dos conteúdos de biologia, o ensino sobre a organização e funcionamento do corpo com ênfase ao autocuidado e ao respeito ao próximo podem ser discutidos entre os estudantes.

A partir das competências e habilidades descritas na BNCC, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, percebe-se a oportunidade de promover o desenvolvimento integral dos alunos, através da abordagem do ensino do sistema imunológico. Diante disso, este capítulo busca mapear as produções científicas sobre o ensino deste conteúdo nas diferentes etapas da educação brasileira.

2.2 Percurso Metodológico

2.2.1 Natureza da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa. As pesquisas com este tipo de abordagem têm como objetivo a descrição das características de um determinado fenômeno, caracterizando-se, em princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados (GIL, 2008, p. 28). Utilizou-se ainda procedimentos do tipo estado da arte, que busca “analisar e discutir a produção acadêmica de uma determinada área do conhecimento num dado período” (FREITAS; PIRES, 2015, p. 639).

O Estado da Arte caracteriza-se como um levantamento bibliográfico, cujo objetivo é verificar a produção acadêmica sobre um tema específico, dentro de um recorte temporal (TEIXEIRA, 2006, p. 77). Os pesquisadores podem analisar o estado da arte por meio de alternativas, como, o mapeamento das produções acadêmicas por meio da leitura dos resumos ou dos trabalhos na íntegra (FERREIRA, 2002; ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Após a organização dos dados, ocorreu um processo de categorização. O tratamento dos dados foi realizado com base na técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), a partir da leitura dos resumos das pesquisas. Entretanto, quando os resumos não abordavam as informações necessárias para a realização do presente estudo, foi realizada a leitura do trabalho completo a fim de coletar tais informações.

2.2.2 Levantamento das publicações sobre o Ensino de Imunologia

Dentro dessa perspectiva, este estudo realizou um levantamento das produções acadêmicas, publicadas em plataformas de busca: a de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) ou Biblioteca Eletrônica Científica Online, em português; a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).

Assim, foram escolhidos, para constituir os dados da presente pesquisa, artigos científicos, dissertações e teses, que são trabalhos que geralmente passam pela avaliação e/ou qualificação por algum especialista da área. As publicações caracterizadas como cartas, editoriais, resenhas e comentários não foram computadas. “As pesquisas desse escopo devem utilizar estudos que sejam pertinentes para a temática em questão” (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Como critério inicial para a localização de trabalhos que atendiam aos objetivos da presente pesquisa, foi realizada a procura de palavras-chave relacionadas ao objeto de conhecimento. Tais palavras foram combinadas com descritores relativos ao nível de ensino e/ou área do conhecimento (Quadro 3).

Quadro 3. Lista de palavras-chave utilizadas na busca das publicações sobre ensino de imunologia

OBJETO DE CONHECIMENTO	NÍVEL DE ENSINO	ÁREA DO CONHECIMENTO
Sistema imunológico	Ensino médio	Ensino de biologia
Ensino de imunologia	Ensino fundamental	Ensino de ciências
Vacinas	Educação	

Fonte: a autora

Assim, foram utilizadas as combinações: “sistema imunológico OR “ensino de imunologia” OR “vacina AND “ensino médio” OR “ensino fundamental” OR “educação” ou “sistema imunológico OR ensino de imunologia” OR “vacina AND “ensino de biologia” OR “ensino de ciências”. O ano inicial de publicação não foi estabelecido para permitir a inclusão do maior número possível de trabalhos.

Diante disso, realizou-se a primeira etapa da revisão das publicações, que consistiu na leitura e análise dos títulos e resumos das referências, com o objetivo de verificar se realmente tratavam sobre a temática investigada. Considerou-se o critério de inclusão: artigos, teses e dissertações que abordassem o ensino de aspectos relacionados a imunologia; e os critérios de exclusão: artigos que não apresentassem resumo, artigos que avaliassem o sistema imunológico dos pacientes, artigos cujo objeto de estudo não fosse o ensino. Neste momento, também foram excluídos os trabalhos que estavam repetidos entre as plataformas utilizadas ou que não podiam ser acessados livremente.

A leitura atenta dos artigos permitiu uma categorização das pesquisas de acordo com alguns critérios, tais como: ano da publicação, instituição e programas de pós graduação às quais os autores dos trabalhos estavam vinculados (foram, por convenção, desconsideradas as instituições de origem dos co-autores), distribuição geográfica de realização do trabalho (estados e regiões), nível de ensino (ensino fundamental, ensino médio, ensino superior), foco de estudo da pesquisa, coleta de dados e metodologia, conteúdos relacionados. Todos os dados foram organizados e apresentados em gráficos para facilitar a análise e permitir uma visualização melhor dos resultados obtidos.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Panorama das publicações

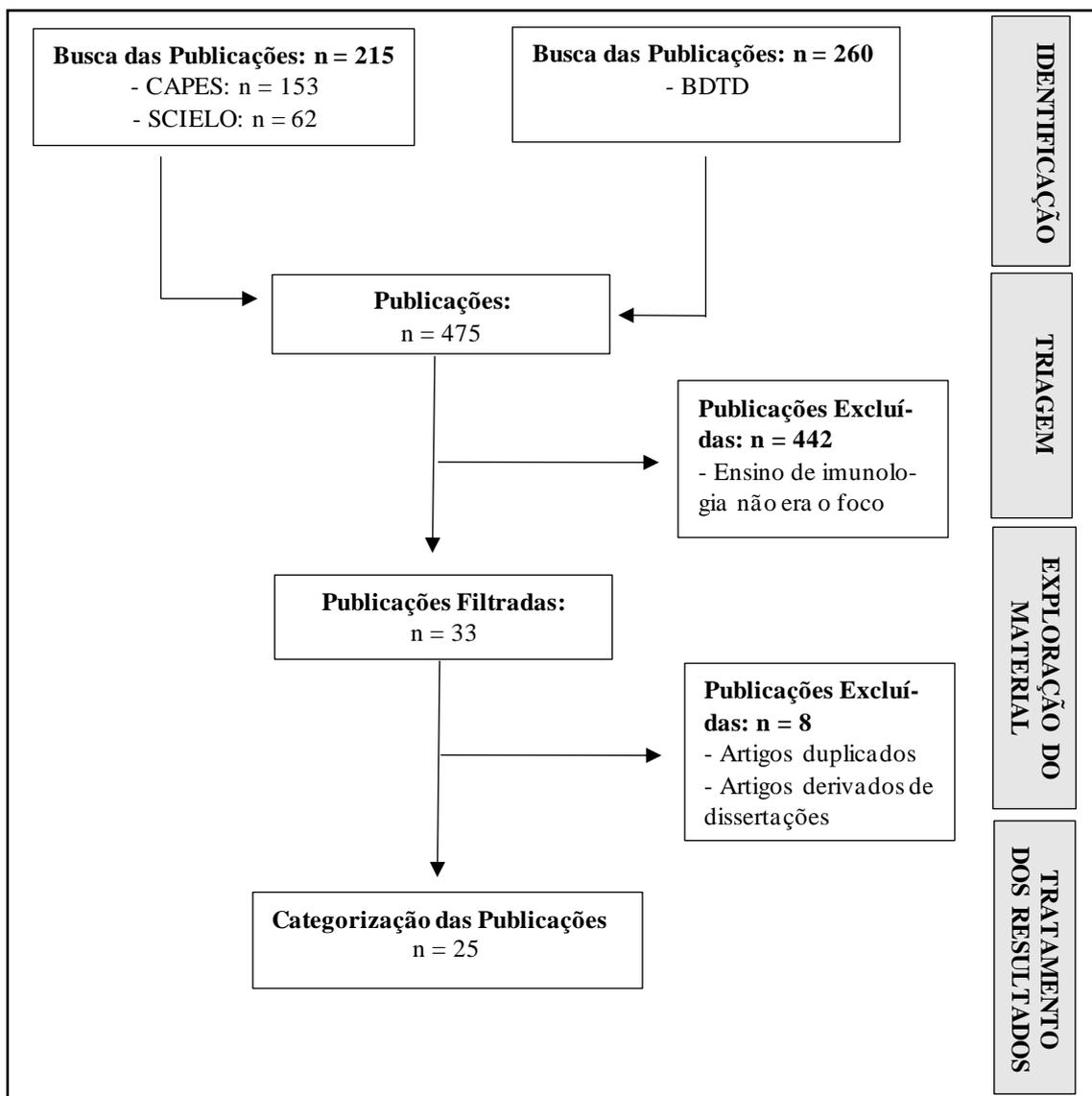
Por meio das estratégias de busca citadas, foram obtidas 475 referências, entre artigos, teses e dissertações. Dentre estas publicações, foram encontrados 62 artigos na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO), 153 no portal de periódicos da CAPES e 260 teses e dissertações na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).

Para permitir a análise, a organização e a sistematização dos dados obtidos inicialmente, foram organizadas quatro etapas: i) identificação - fase de elaboração de plano de análise; ii) triagem – consiste na seleção das referências encontradas; iii) exploração do material – organização do material em categorias; iv) tratamento dos resultados – exposição dos resultados em gráficos, tabelas, figuras, etc.

Assim, nesta primeira etapa, realizou-se leitura do título, do resumo e das palavras-chave de todas as referências encontradas entre as plataformas de busca utilizadas. Neste trabalho, o objetivo proposto fundamentou a escolha dos textos: identificar as principais publicações que abordaram o ensino de imunologia

No processo de triagem, 442 trabalhos foram excluídos, pois abordavam estudos que avaliaram a resposta imunológica de diferentes pacientes, quando submetidos a alguns estímulos ou analisaram a cobertura vacinal de determinados grupos, tais como crianças, adolescentes, idosos, mulheres, estudantes etc. Estes tipos de publicações eram frequentemente realizados pelos alunos de cursos de saúde no nível superior. Ainda durante a triagem, foram excluídos cinco artigos, quatro deles foram encontrados duplicados entre as plataformas utilizadas e um derivado de dissertação já incluída no escopo desta pesquisa (Figura 2).

Figura 2. Etapas da organização das referências sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



Fonte: a autora

A terceira etapa, caracterizada como exploração do material, teve a finalidade de estabelecer critérios de seleção dos resultados obtidos. Ao final do processo de seleção, somente 27 apresentaram-se de acordo com o objetivo deste estudo e, por isso, compuseram a amostra final da revisão (Quadro 4). Para Tsai e Wen (2005), em geral, existem poucos trabalhos de estado da arte ou de revisão sistemática de artigos em periódicos na área de educação em ciências.

Quadro 4. Publicações sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)

TIPO	TÍTULO	REFERÊNCIAS
Artigo	Caso simulado: "Uma vacina contra a Aids". Uma experiência brasileira.	BARBARA <i>et al.</i> , 2010
Artigo	Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico.	BARRETO; TEIXEIRA, 2013
Artigo	Análise do Ensino e Aprendizado do Tema Imunologia em Escolas do Município de Itaperuna/RJ.	BOTELHO; ANDRADE, 2018
Artigo	Vacinas e a educação em ciências	CUNHA <i>et al.</i> , 2014
Artigo	Um relato de experiência na formação inicial de professores: um jogo para o ensino de vacina a partir de uma perspectiva histórica.	MONTEIRO <i>et al.</i> , 2019
Artigo	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 à 2017	NATALE <i>et al.</i> , 2019
Artigo	Conhecimento, atitudes e práticas de adolescentes e pais sobre imunização na adolescência: revisão sistemática	PEIXOTO <i>et al.</i> , 2020
Artigo	Imunologia nas Escolas: Experiências de um Projeto de Extensão.	SILVA <i>et al.</i> , 2018
Artigo	O Tema Vacinas Em Livros Didáticos De Ciências Naturais: Uma Análise Sob A Ótica Da História Das Ciências	SOARES; MARQUES, 2018
Artigo	A vacinação no conteúdo de livros escolares	SUCCI <i>et al.</i> , 2005
Artigo	Genética e imunologia do câncer para alunos do ensino básico: Relato de uma experiência.	VERONEZ <i>et al.</i> , 2019
Artigo	A vacinação e o saber do adolescente: educação em saúde e ações para a imunoprevenção.	VIEGAS <i>et al.</i> , 2019a
Artigo	Preciso mesmo tomar vacina? Informação e conhecimento de adolescentes sobre as vacinas.	VIEGAS <i>et al.</i> , 2019b
Dissertação	O ensino do sistema imunológico: da metáfora à analogia da guerra.	ANDRADE, 2001
Dissertação	Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia.	ANDRADE, 2011
Dissertação	Desenvolvimento e avaliação de um software como recurso auxiliar ao ensino de imunologia básica	BERÇOT, 2011
Dissertação	Biotechnology: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio	BERNARDES, 2019
Dissertação	Cinema e ensino: a produção de cinema de animação para o ensino de ciências por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	ERNEST, 2017

Dissertação	A relação herança entre os grupos sanguíneos e o sistema imunológico: uma sequência didática para o ensino médio.	FARIAS, 2019
Dissertação	Educação a distância como estratégia de ensino em Biociências e Saúde: desenvolvimento e avaliação de um curso de Imunologia Básica em ambiente virtual de aprendizagem	FAUSTINO, 2014
Dissertação	Simulação de ambiente virtual de aprendizagem de Biologia por meio de fóruns participativos criados no <i>WhatsApp</i>	LANDIM, 2020
Dissertação	Imunoeducação: software educacional como ferramenta facilitadora da aprendizagem no estudo de imunologia para o ensino médio.	LIMA, 2019
Dissertação	Desenvolvimento e avaliação de estratégia de ensino de forma significativa para professores de biologia em formação inicial	RODRIGUES, 2019
Dissertação	Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio: uma abordagem em pesquisa-ação.	SILVA, 2019
Tese	O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde	MELLO, 2019

Fonte: dados da pesquisa

Assim, as publicações acadêmicas que constituem o escopo desta pesquisa foram analisadas quanto a algumas categorias, tais como: o ano de publicação, nível de ensino, instituição de ensino superior vinculada ao primeiro autor, distribuição geográfica etc. Por fim, os resultados desta análise foram demonstrados a partir da utilização de gráficos.

2.3.2 Análise dos dados

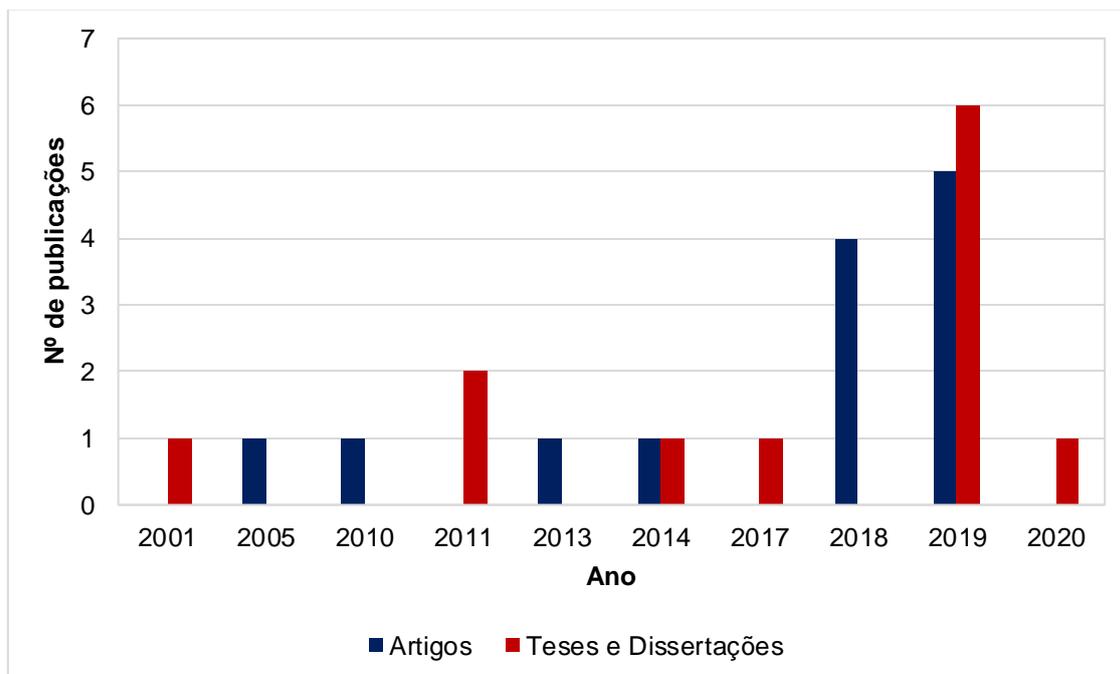
a. Variação temporal do quantitativo de publicações

As referências pertencentes ao escopo desta pesquisa mostram um crescimento marcante a partir de 2018 (Gráfico 1), ano no qual foram encontrados quatro artigos científicos (31% do total de artigos analisados nesta pesquisa). Essa tendência se mantém em 2019, tanto na produção de artigos (cinco) quanto na publicação de teses e dissertações (seis), correspondendo a 38% e 50%, respectivamente.

Cabe ressaltar que as estratégias de busca e critérios de seleção utilizadas não permitiram incluir a referência publicada em 2016. O artigo “Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano” foi publicado no ano em questão, mas, foi

excluído desta pesquisa por ser parte de uma dissertação citada entre as referências que constituem o escopo desta pesquisa.

Gráfico 1. Distribuição temporal das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



Fonte: dados da pesquisa

Estes resultados sugerem que as publicações com esta temática têm ganhado destaque junto aos pesquisadores da área, embora a queda no número de artigos observada em 2020, justamente o ano de início da pandemia de Covid-19 mostre-se preocupante. A ampla propagação de *fake news* reflete, ao menos em parte, a falta de embasamento científico básico sobre temas relacionados à prevenção e cura da doença na população em geral, evidenciando o potencial para o aumento de investigações no ensino de imunologia, especialmente no contexto da pandemia, a qual traz novos desafios para a abordagem do tema em uma perspectiva de promoção da alfabetização científica dos estudantes.

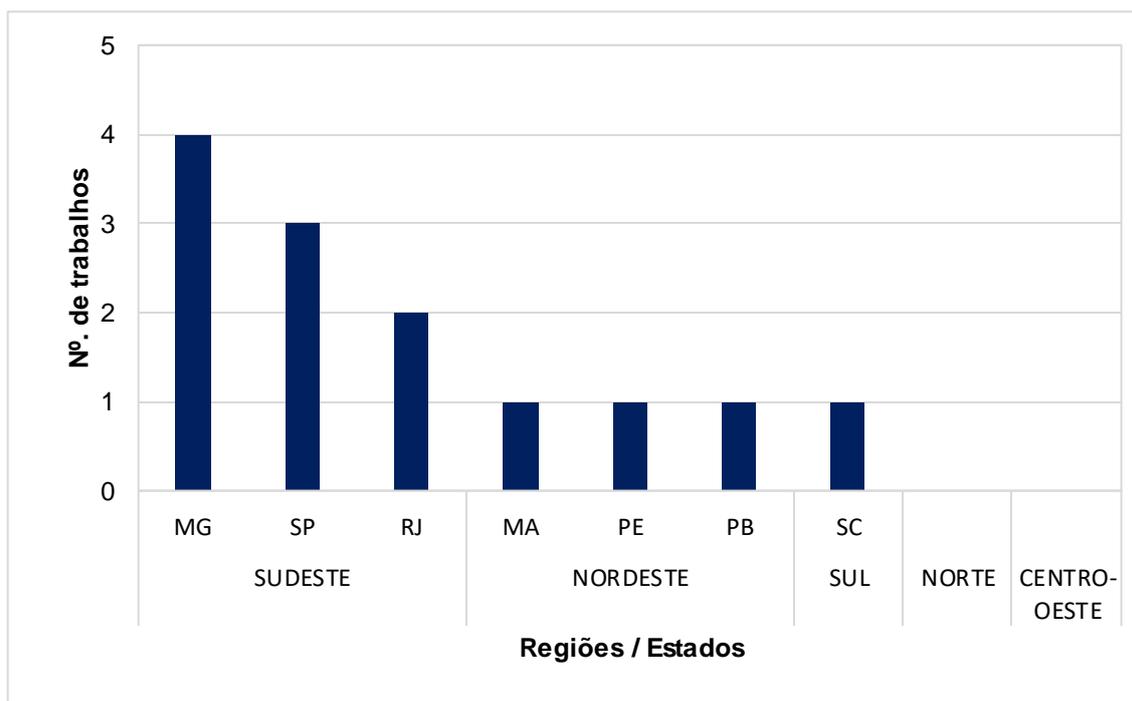
b. Distribuição geográfica das instituições vinculadas às publicações

A maior parte dos artigos inscritos são oriundos da região sudeste do Brasil, correspondendo a 64% de toda a produção acadêmica que compõe o escopo deste estudo. Deste resultado, nove são artigos e sete estão entre teses e dissertações. No sudeste bra-

sileiro, pode-se destacar Minas Gerais, com sete produções, Rio de Janeiro, com cinco produções e São Paulo, com quatro publicações.

Entre os artigos, foram registrados quatro trabalhos em Minas Gerais, três em São Paulo, seguido do Rio de Janeiro, com duas referências, que juntos correspondem a 69% desse tipo de trabalho (Gráfico 2).

Gráfico 2. Distribuição geográfica dos artigos sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO).



Fonte: dados da pesquisa

A maior parte das teses e dissertações encontradas sobre o assunto também foi produzida em instituições da região sudeste (perfazendo 58% dessa categoria de trabalho), destacando-se Minas Gerais e Rio de Janeiro, com três publicações, cada (Gráfico 3). As regiões Sul e Nordeste apresentam-se em seguida, com duas publicações cada.

Gráfico 3. Distribuição geográfica das dissertações sobre ensino de imunologia encontradas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



Fonte: dados da pesquisa

Essa predominância de trabalhos produzidos na região Sudeste e Sul foi verificada também por outros autores (ARAÚJO *et al.*, 2011), sendo essa centralização considerada característica presente nas pesquisas em educação (MEGID NETO, 1999).

O Sudeste concentra a maior quantidade de cursos de ensino superior do país e por isso, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gérias e Rio Grande do Sul, conhecidos como “quarteto científico”, continuam centralizando a maior parte da produção científica do país (CHIARINI, OLIVEIRA e SILVA NETO, 2013). Outra possível explicação para esse resultado é o fato de que universidades mais antigas podem apresentar grupos de pesquisas mais consolidados no que diz respeito à realização das pesquisas e experiência dos pesquisadores envolvidos.

Essa distribuição evidencia a necessidade de medidas que incentivem publicações em outras regiões brasileiras, contribuindo para o desenvolvimento de estudos que considerem as características e especificidades de cada região do país. Isso pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de acordo com as especificidades das abordagens nas instituições de ensino. O fato de o mesmo número, embora pequeno, de produções encontradas em instituições da região Nordeste que da região Sul, pode ser um indicativo de uma possível mudança nessa situação.

c. Instituições de Ensino Superior (IES) e Programas de Pós-Graduação

Dezoito diferentes instituições de ensino superior (IES) apresentaram pelo menos uma publicação relacionada à temática investigada neste levantamento (Quadro 5). Destacaram-se o Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) e a UFMG, com três e duas dissertações defendidas, respectivamente, e a UFSJ, com dois artigos publicados.

Quadro 5. Instituições de Ensino Superior das publicações sobre ensino de imunologia encontradas no Portal de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).

Instituição de Ensino	Sigla	Região	Estado	Artigos	Teses e Dissertações
Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ	Sudeste	Minas Gerais	2	
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	Sudeste	Minas Gerais	1	2
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	Sul	Santa Catarina	1	1
Universidade Federal de São Paulo	UNIFESP	Sudeste	São Paulo	1	1
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia	INCT	Sudeste	São Paulo	1	
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG	Nordeste	Paraíba	1	
Universidade Federal Fluminense	UFF	Sudeste	Rio de Janeiro	1	
Universidade Federal de Lavras	UFLA	Sudeste	Minas Gerais	1	
Universidade Federal do Maranhão	UFMA	Nordeste	Maranhão	1	
Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro	UENF	Sudeste	Rio de Janeiro	1	
Universidade de Pernambuco	UPE	Nordeste	Pernambuco	1	
Universidade de São Paulo	USP	Sudeste	São Paulo	1	
Instituto Oswaldo Cruz	FIOCRUZ	Sudeste	Rio de Janeiro		3
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte	UERN	Nordeste	Rio Grande do Norte		1
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	Sul	Paraná		1
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	Sudeste	Minas Gerais		1
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	Nordeste	Pernambuco		1
Universidade de Brasília	UNB	Centro-Oeste	Brasília		1

Fonte: dados da pesquisa

Nesse ponto é importante verificar os cursos de pós-graduação aos quais os autores das dissertações e tese voltados ao ensino de imunologia estavam vinculados. Um número expressivo de trabalhos (66,7%) foi proveniente de mestrados profissionais (Quadro 6), como o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, com cinco dissertações (BERNARDES, 2019; SILVA, 2019; FARIAS, 2019; LIMA, 2019; LANDIM, 2020) e o Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde, com três trabalhos (ANDRADE, 2011; BERÇOT, 2011; FAUSTINO, 2014).

Quadro 6. Programas de Pós-Graduação das publicações sobre ensino de imunologia encontrados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).

Programas	Tipo	Instituição de Ensino	Regiões	Quantidade	Total	%
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia	Profissional	UNB, UFJF, UERN, UFMG, UFPE	Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste	5	8	66,7
Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde	Profissional	FIOCRUZ	Sudeste	3		
Mestrado em Educação	Acadêmico	UFSC	Sul	1	4	33,3
Mestrado em Ensino de Ciências	Acadêmico	UNIFESP	Sudeste	1		
Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia	Acadêmico	UTFPR	Sul	1		
Doutorado em Imunologia	Acadêmico	Minas Gerais	Sudeste	1		

Fonte: dados da pesquisa

Os quatro programas de pós-graduação na modalidade acadêmica apresentaram somente uma produção: Mestrado em Educação da Universidade de Santa Catarina (ANDRADE, 2001), Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de São Paulo (RODRIGUES, 2019), Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (ERNEST, 2017) e Doutorado em Imunologia (MELLO, 2019), único programa deste panorama que não faz parte da área de ensino ou educação da CAPES.

Os mestrados profissionais vêm crescendo significativamente, impulsionando, a área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CA-

PES (TEIXEIRA; MEGID, 2017). No estudo realizado por estes autores, foram encontrados 73 cursos de mestrado profissional no país. Atualmente, segundo o documento da área de ensino da CAPES, são 86 cursos de pós-graduação dessa modalidade de mestrado, distribuídos em 95 programas de pós-graduação (BRASIL, 2019).

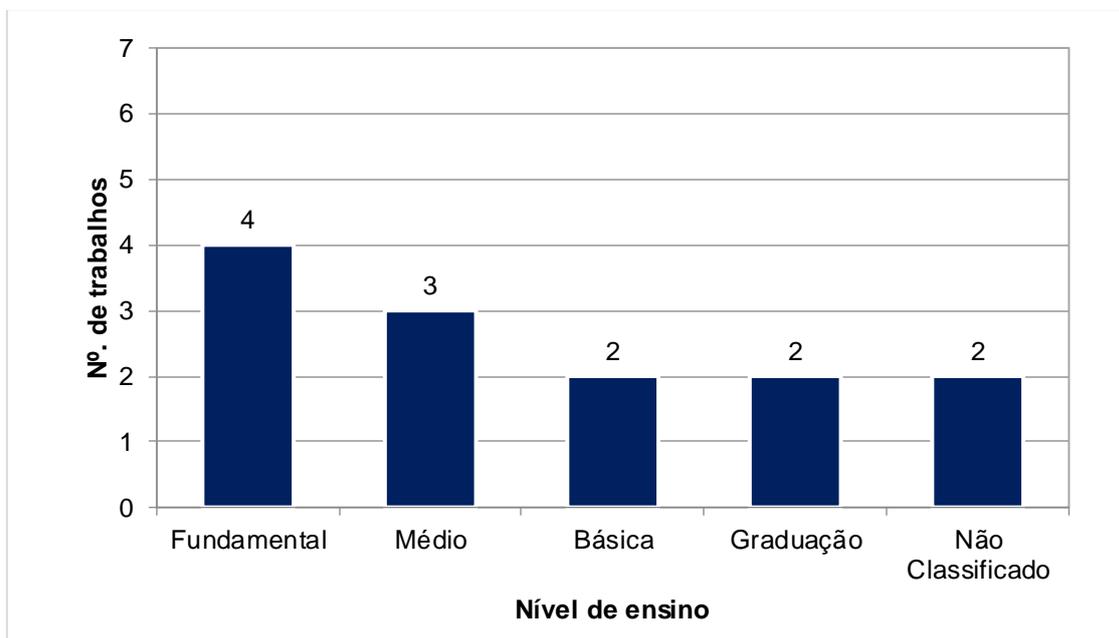
Considerando a importância dos programas de pós-graduação na formação continuada dos profissionais da educação e para a promoção de discussões sobre diferentes temáticas, contribuindo para a ampliação do conhecimento, educação científica e divulgação da produção acadêmica, é necessário verificar a abordagem de temas atuais e relevantes em um contexto de pandemia, como o ensino de imunologia, pelos discentes destes programas.

d. Nível de Ensino

Nesta análise, foi utilizada a nomenclatura proposta pela Lei 9394/96 (BRASIL, 1996), dividindo os níveis da educação básica em educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior, sendo adicionadas a estas as etapas do ensino superior (graduação e pós-graduação). A categoria “não classificados” inclui os trabalhos que não informaram esse dado ou que não definiram um nível específico, como as pesquisas de revisão sistemática e/ou estado da arte.

A maior parte (69,2%) dos artigos sobre o ensino de imunologia analisam aspectos do ensino na educação básica (Gráfico 4). Somente dois artigos (BARRETO; TEIXEIRA, 2013; MONTEIRO *et al.*, 2019) avaliaram o ensino de imunologia no ensino superior.

Gráfico 4. Níveis de ensino analisados nos artigos e anais sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO).

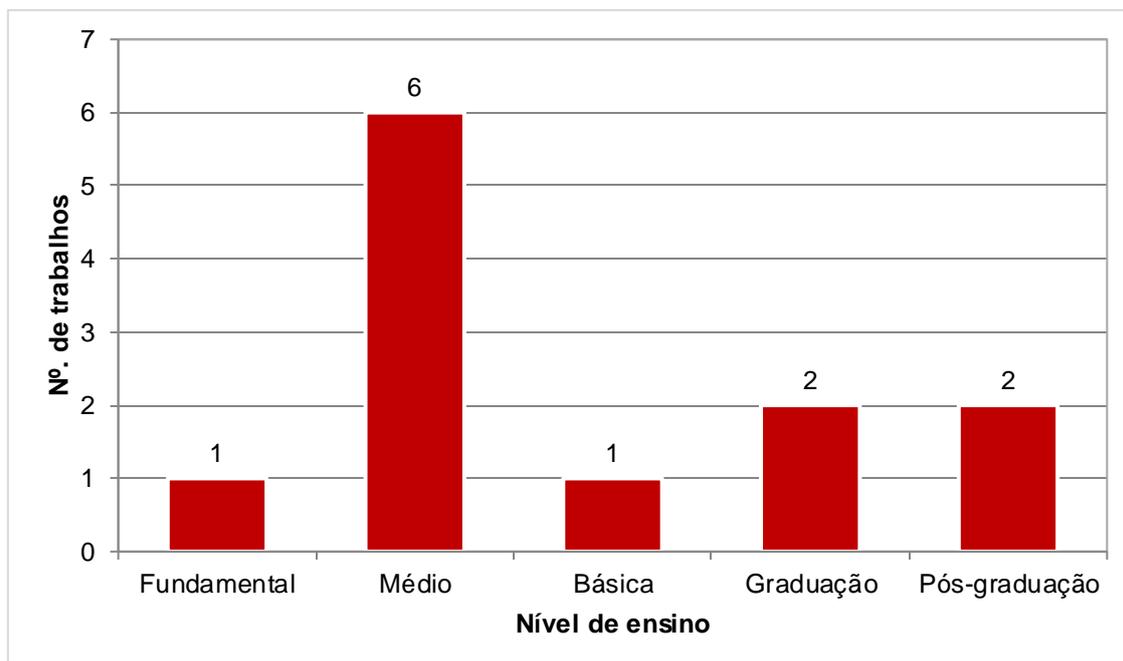


Fonte: dados da pesquisa

Dentre as 12 dissertações e teses analisadas, um maior percentual (66,7%) também abordou o ensino de aspectos de imunologia na educação básica (Gráfico 5), o que é bastante positivo, considerando o interesse da temática para a educação científica de crianças e jovens e a necessidade de que esses tenham embasamento para se avaliar e tomar posição frente as informações pseudocientíficas subjacentes a muitas das *fake News* sobre a pandemia e formas de combate a ela.

Somente quatro trabalhos referem-se ao ensino da temática na graduação (RODRIGUES, 2019; MELLO, 2019) e na pós-graduação (BERÇOT, 2011; FAUSTINO, 2014). Este resultado difere da análise de teses e dissertações sobre o Ensino de Biologia feita por Teixeira (2008), na qual o ensino superior apareceu como grande área de interesse das pesquisas.

Gráfico 5. Níveis de ensino analisados nas teses e dissertações sobre ensino de imunologia encontradas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



Fonte: dados da pesquisa

O predomínio de artigos sobre a educação básica pode indicar uma tendência de crescimento das pesquisas em Ensino de Ciências nesse nível. A análise dos níveis de ensino onde este conteúdo é frequentemente abordado permite compreender alguns aspectos relacionados ao público onde a temática pode ser utilizada na promoção da alfabetização científica.

e. Natureza das publicações

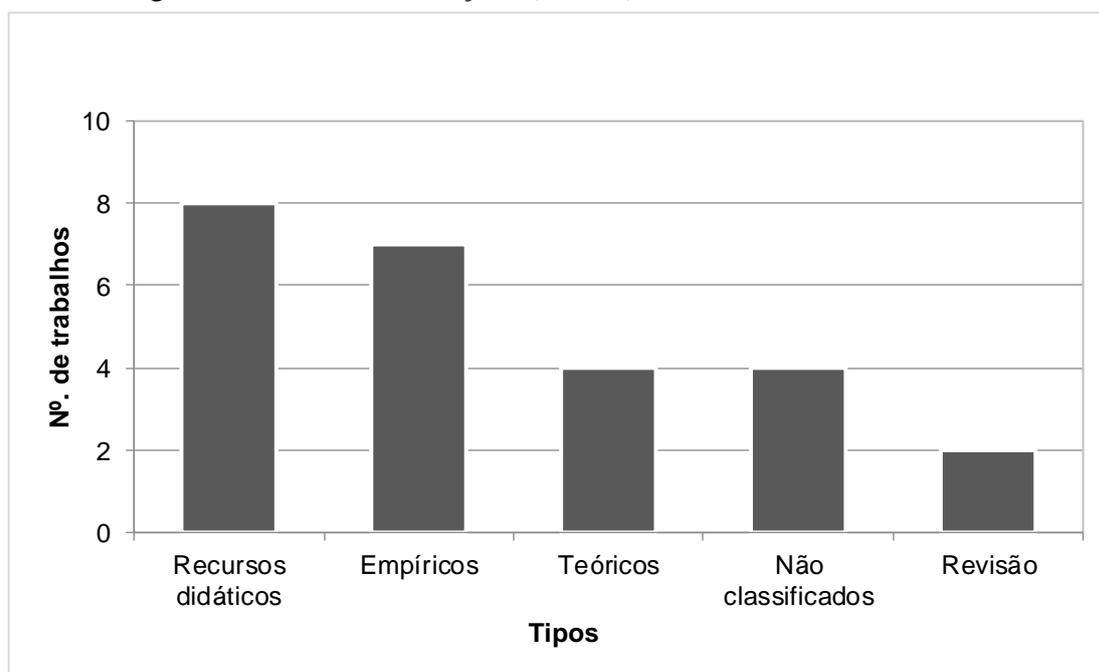
Para avaliar a natureza dos trabalhos selecionados, foram definidas algumas categorias: teórica (divulgaram contribuições de cunho teórico); empírico (apresentaram resultados obtidos a partir da aplicação de propostas de ensino); recursos (analisaram e/ou desenvolveram recursos didáticos) e revisão (apresentaram revisão de literatura sobre o ensino). Grande parte dos trabalhos analisaram a utilização e/ou o desenvolvimento dos recursos didáticos ou possuíam natureza empírica, apresentando resultados obtidos a partir da aplicação de propostas de ensino (Gráfico 6).

Entre os recursos didáticos abordados nestes trabalhos, pode-se destacar o uso de livros didáticos (ANDRADE, 2001; SUCCI *et al.*, 2005; SOARES, MARQUES, 2018), produção audiovisual (ERNEST, 2017), softwares (BERÇOT, 2011; LIMA, 2019) e jogos didáticos (MONTEIRO *et al.*, 2019; ANDRADE, 2011).

Os trabalhos de natureza empírica analisaram propostas de ensino, como sequências didáticas (BERNARDES, 2019; MELLO, 2019; SILVA, 2019; FARIAS, 2019; LANDIM, 2020), caso simulado (BARBARA *et al.*, 2010) e unidades de ensino potencialmente significativas (RODRIGUES, 2019). O desenvolvimento e aplicação de sequências didáticas se destacam nas publicações devido à possibilidade de trabalhar a temática e promover discussões em salas de aula. Essa metodologia pode favorecer a participação dos alunos, além de promover o contato com os professores, o que é extremamente desejável para que os discentes possam discutir externar tirar suas dúvidas sobre os temas abordados, como os princípios das vacinas e possíveis riscos advindos da vacinação.

Foram encontrados quatro trabalhos de natureza teórica (16%) (BARRETO; TEIXEIRA, 2013; CUNHA *et al.*, 2014; FAUSTINO, 2014; BOTELHO; ANDRADE, 2018) e dois artigos de revisão (8%) (NATALE *et al.*, 2019, PEIXOTO *et al.*, 2020). Na categoria “não classificados” foram colocados os estudos com projetos de extensão e estudo transversal (SILVA *et al.*, 2018; VERONEZ *et al.*, 2019, VIEGAS *et al.*, 2019a, VIEGAS *et al.*, 2019b), que não podiam ser alocados em nenhuma das categorias supracitadas (Gráfico 6).

Gráfico 6. Natureza das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).



Fonte: dados da pesquisa

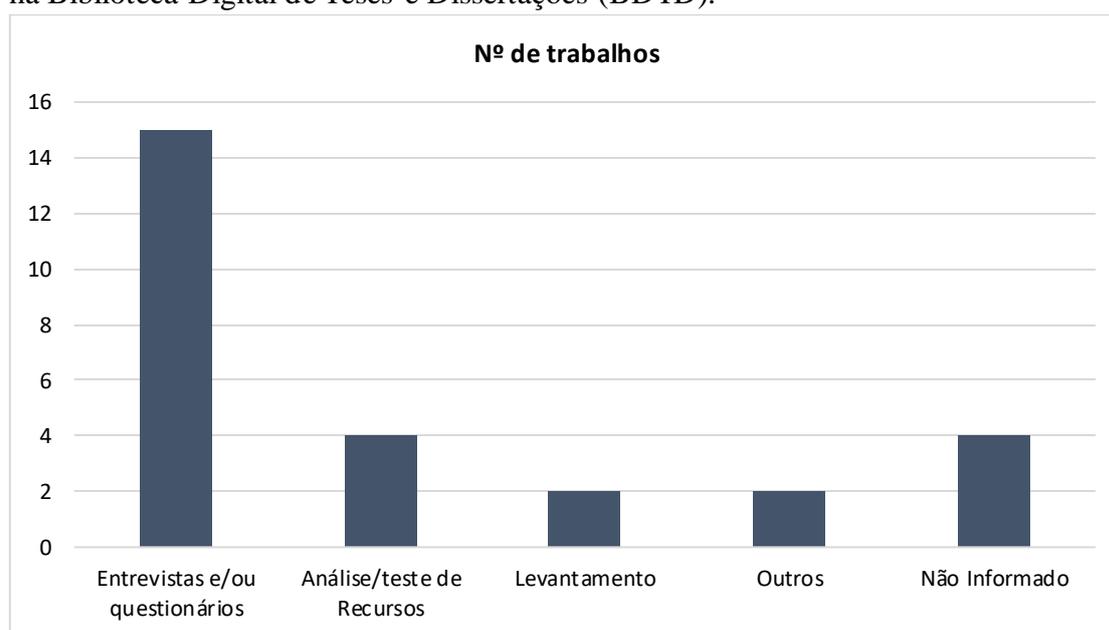
As pesquisas tipo estado da arte contribuem para a fundamentação e consolidação de imunologia como área de ensino e pesquisa. Os trabalhos “teóricos” contribuem para discussão a respeito da conceituação do sistema imunológico, mecanismo de ação, tipos de imunização, entre outras questões basais da imunologia.

f. Coleta de dados

Os trabalhos foram analisados quanto ao uso de diferentes tipos de coleta de dados: questionários, entrevistas, testes ou análises de recursos, levantamento. Neste último tipo, foram incluídas as referências que consistiam em analisar trabalhos anteriores, tais como revisão de literatura, estado da arte ou revisão sistemática. As publicações que não utilizaram os tipos de coletas citados foram classificadas na categoria “Outros” e as que não informaram o tipo utilizado, na categoria “não informado”.

Entre as publicações analisadas, 15 trabalhos aplicaram questionários e/ou entrevistas aos sujeitos da pesquisa, o que corresponde a 60% desse levantamento, sendo que a utilização de questionários foi o método mais explorado, seguido da utilização de entrevistas. Isso pode ser reflexo do uso da pesquisa qualitativa publicações analisadas (Gráfico 7).

Gráfico 7. Coleta de dados das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).



Fonte: dados da pesquisa

Além das produções já citadas, quatro trabalhos foram colocados na subcategoria “Análise/Teste de Recursos”: dois analisaram os livros didáticos (SUCCI *et al.*, 2005; SOARES; MARQUES, 2018) e um testou um software (BERÇOT, 2011). Em relação às técnicas e métodos de coleta de dados, a utilização de questionários foi o método mais explorado (48%), seguido da utilização de entrevistas (20%).

Na subcategoria “Levantamento” foram classificados dois trabalhos (PEIXOTO *et al.*, 2020; NATALE *et al.*, 2019). Na subcategoria “Outros” foram colocados dois trabalhos (BERNARDES, 2019; MELLO, 2019) que utilizaram diário de campo e cadernos de laboratório como instrumentos de coleta. Entretanto, os trabalhos de Cunha *et al.* (2014); Silva *et al.* (2018) e Veronez *et al.* (2019) não informaram o instrumento de coleta utilizados na pesquisa.

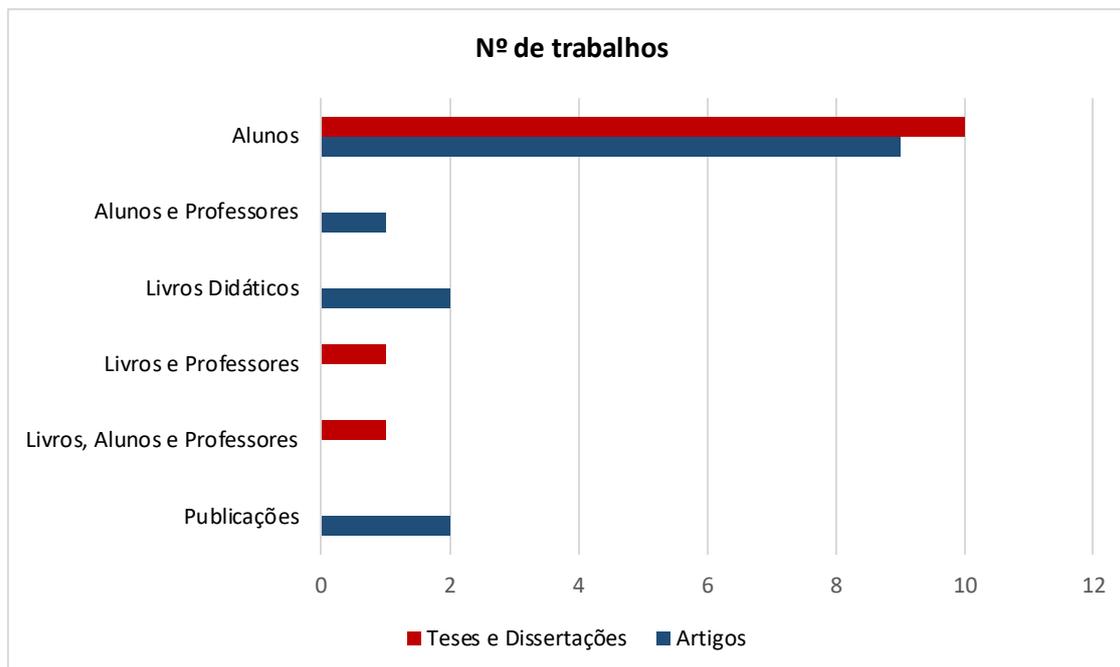
g. Foco de Estudo

A análise das referências permitiu verificar que 20 trabalhos contaram com a participação, exclusiva, de alunos e/ou professores como sujeitos da pesquisa, o que equivale a cerca de 80% dos trabalhos analisados. É importante ressaltar que estes sujeitos participantes estavam envolvidos em pesquisas que avaliaram conhecimentos, aplicaram sequências, testaram softwares e jogos.

Quanto as pesquisas com livros didáticos, apenas duas referências trabalharam exclusivamente com este recurso (8%) e duas envolveram a análise dos livros, juntamente com as concepções dos professores e contribuições dos alunos (8%). Desta forma, 16% dos trabalhos incluíram a análise destes recursos em suas pesquisas (Gráfico 8).

A descrição desta categoria permite notar que a análise exclusiva dos livros didáticos ou a participação, também exclusiva, de alunos e professores está presente somente nos artigos que fazem parte do escopo desta pesquisa. Também é necessário destacar que dois trabalhos foram alocados na subcategoria “Publicações”, pois não era possível classificá-las nas subcategorias já analisadas.

Gráfico 8. Foco de Estudo das publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



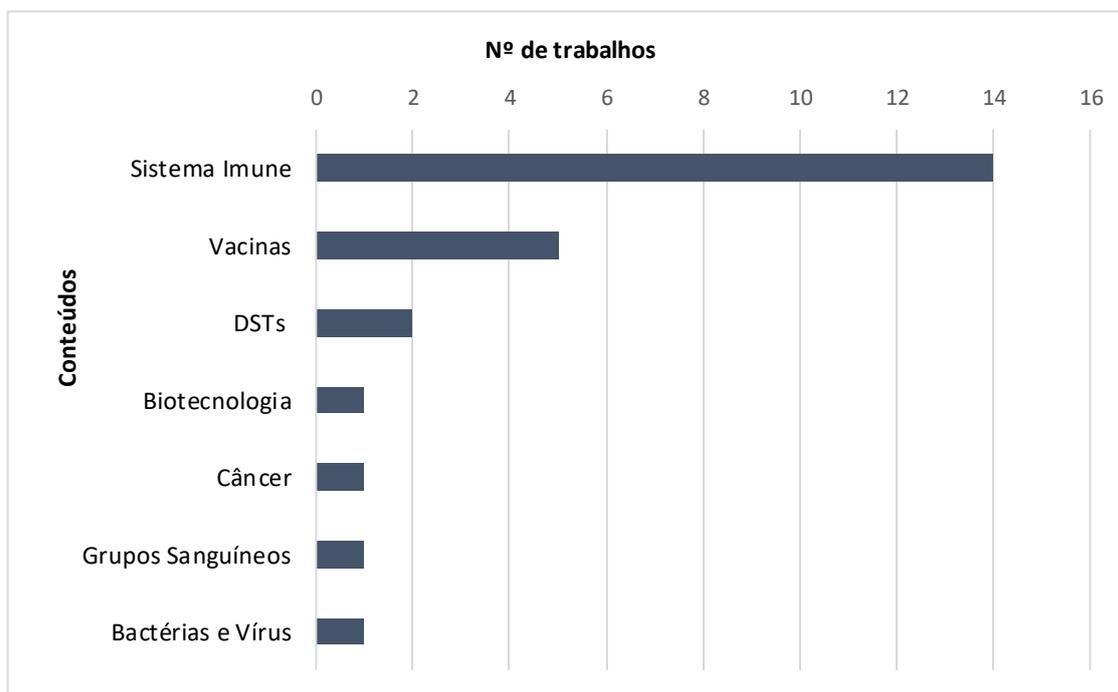
Fonte: dados da pesquisa

Em síntese, nestas pesquisas verificou-se que várias publicações envolveram sujeitos participantes no processo de ensino-aprendizagem: alunos e professores. Houve também a preocupação em analisar recursos didáticos que poderiam servir de suporte para os professores na abordagem do sistema imunológico no ensino de biologia, no que diz respeito às dificuldades na compreensão deste conteúdo, sem enfatizar a importância na alfabetização científica do estudante.

h. Conteúdos Abordados

Esta categoria buscou analisar quais os conteúdos que, direta ou indiretamente estavam relacionados à abordagem do ensino de imunologia ou de aspectos relacionados a imunização. A grande maioria dos trabalhos (cerca de 56%) abordaram o ensino de imunologia de forma geral (incluindo o sistema imune), nos diferentes níveis da educação (Gráfico 9). No entanto, além dos trabalhos analisando especificamente o sistema imune um percentual menor (20%) tratou questões relacionadas à vacinação (Gráfico 9). Estas pesquisas abordaram o mecanismo de ação das vacinas, papel dos anticorpos, importância deste tipo de imunização e cobertura vacinal da população.

Gráfico 9. Conteúdos analisados nas publicações sobre ensino de imunologia encontrados no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)



Fonte: dados da pesquisa

Outras seis publicações (24% do total) avaliando a abordagem de outros conteúdos de biologia de forma relacionada com o sistema imunológico humano e/ou com a importância da vacinação. Destas, duas relacionaram o ensino de doenças sexualmente transmissíveis (DSTs) à utilização de vacinas (BARBARA *et al.*, 2010; VIEGAS *et al.*, 2019); um trabalho (ERNEST, 2017) abordou o ensino de vírus e bactérias, destacando o papel da imunização ativa na prevenção de doenças; outro foi direcionado à relação entre câncer, imunologia e vacinação (VERONEZ *et al.*, 2014); um estudo apresentou uma sequência didática que trabalhou a importância da biotecnologia no desenvolvimento de vacinas (BERNARDES, 2019) e, por fim, uma publicação que mostrou a relação dos tipos sanguíneos com o sistema imunológico (FARIAS, 2019).

Essa análise é importante porque permite compreender que o ensino do sistema imunológico contribui para uma abordagem interdisciplinar e diretamente relacionada a diferentes conteúdos, nas aulas de ciências e/ou biologia.

2.5 Conclusões

O levantamento bibliográfico realizado permitiu observar uma baixa produção acadêmica, com um pequeno aumento observado nos últimos anos, investigando o ensino do sistema imunológico na educação básica brasileira. O padrão geográfico centralizado já registrado em outras pesquisas se manteve, tendo sido obtido um maior número de trabalhos produzidos na região Sudeste do país.

Devido a relevância deste conteúdo, alguns dos trabalhos em ensino do sistema imunológico apresentaram propostas de metodologias visando melhorar o aprendizado de conteúdos pertinentes à imunologia, enquanto outras enfocaram a análise e utilização de recursos didáticos para a abordagem de imunologia no ensino básico.

Embora tenha sido observada a relação do sistema imune com a abordagem de diferentes objetos de conhecimento no ensino de biologia, outros focos temáticos, como a alfabetização científica e a interação entre ciência e tecnologia, não foram explorados nas publicações encontradas. Este resultado parece indicar um predomínio da abordagem desses conteúdos de forma descontextualizada da realidade e pouco problematizadora, não contribuindo para uma formação cidadã.

Tendo em vista a pequena quantidade de pesquisas identificadas neste levantamento, pode-se inferir que esta área de conhecimento esteja sendo ainda preterida nas pesquisas em ensino de ciências e biologia, talvez devido à complexidade dos temas envolvidos. Isto é particularmente preocupante tendo em vista o cenário atual de ampla disseminação de *fake news* em plena pandemia de Covid-19.

Pesquisas do tipo estado da arte devem servir como uma fonte inicial de dados para estudos específicos. Devido à relevância deste conteúdo, espera-se que este trabalho levante questões e aponte perspectivas que possam ser úteis para a área de ensino de ciências e biologia e de estímulo para uma formação escolar de crianças e jovens que os permitam identificar mentiras e distorções de dados científicos e se posicionar criticamente frente a eles.

CAPÍTULO 3. O Sistema Imunológico nos Livros Didáticos de Biologia – Contribuição para a Alfabetização Científica

3.1 Introdução

O livro didático é um recurso amplamente utilizado nos processos de ensino-aprendizagem, por ser considerado um instrumento que facilita a abordagem dos conhecimentos e o desenvolvimento do aluno. Ele representa um norteador para o professor, contribuindo para a formação das estratégias de ensino.

Embora o professor disponha de vários recursos e diversidade de fontes de informações disponíveis, inclusive digitais, o livro didático é uma importante ferramenta de apoio utilizada na prática de ensino brasileira. Esse recurso é usado na forma de guia para o docente, contribuindo para a elaboração dos planejamentos escolares, bem como indicando a metodologia que será utilizada no processo de ensino.

Os livros didáticos serão o instrumento adequado para a transformação da mensagem científica em mensagem educativa. Nota-se, ainda, que, nesse caso, o livro didático é não somente o instrumento adequado mas insubstituível, uma vez que os demais recursos não se prestam para a transmissão de um corpo de conhecimentos sistematizados como o é aquele que constitui a ciência produto (SAVIANI, 2007, p. 136).

De acordo com suas funções, o livro didático pode ser classificado em: referencial ou curricular, considerado apenas um depositário de conhecimentos que devem ser transmitidos; instrumental, em que o livro põe em prática métodos de aprendizagem; a ideológica e cultural, em que o livro didático exerce papel político; documental, em que o livro pode fornecer um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, que, podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno (CHOPPIN, 2004).

O livro didático constitui-se como uma ferramenta de acesso a conhecimentos sistematizados, sendo, muitas vezes, o único recurso disponível para o aluno, principalmente nas escolas públicas brasileiras. Neste sentido, o livro apresenta conhecimentos básicos que devem ser abordados, de acordo com as orientações dos documentos oficiais para cada nível de ensino.

Assim, o livro didático é um ótimo recurso para a organização das atividades propostas aos alunos porque apresenta diversas características importantes que devem ser consideradas para a prática pedagógica: contém um conhecimento sistematizado, escrita correta e gêneros textuais diversos, que enriquecem a abordagem; favorecem a

revisão dos estudos; permite uma base comum de conhecimento; além de ser um recurso disponível, contribuindo para a democratização da educação.

O livro é o representante da comunidade científica no contexto escolar. Desta forma, o conhecimento científico divulgado por ele deve dialogar com os outros saberes e, por isso, deve ser um produto de referência dinâmica e contextualizada no processo de ensino-aprendizagem.

Os livros didáticos, como mediadores de processos educativos, trazem os conhecimentos científicos didatizados e transformados para o contexto escolar. Por isso, não podem, e não são, efetivamente resumos de compêndios científicos e nem se pautam unicamente na linguagem que os cientistas usam em seu trabalho. Nesse sentido, têm a importante função de conectar a linguagem da Ciência com aquela do cotidiano, com a explícita intenção de promover a aprendizagem (BRASIL, 2018, p. 19).

Em decorrência da pandemia de Covid-19, a necessidade da utilização dos livros didáticos ficou evidente, pois este tornou-se o único recurso acessível aos alunos que não possuíam *internet* para participar de aulas *online* (SILVA; BERTINI; VIOLA, 2020) oferecidas pelos professores durante o período de suspensão das aulas presenciais.

Com o intuito de garantir um livro de qualidade aos alunos, o Ministério da Educação (MEC), ao longo dos últimos anos, tem delimitado ações como a avaliação do livro didático para melhorar a qualidade deste instrumento. Desta forma, evidencia-se uma preocupação com o conteúdo existente nos livros didáticos, não só com o conteúdo científico, presente no currículo escolar, mas também com o conhecimento contextualizado, que faz parte do cotidiano do aluno e que pode ampliar sua visão de mundo.

É necessário destacar que a atuação do professor é importante, devendo-se valorizar o papel do livro didático sem que este assuma um papel dominante. Assim, “compete aos professores, que conhecem várias coleções, complementar alguns conteúdos ou modificar determinadas abordagens presentes naquela que foi adotada em sua escola” (CARVALHO; LIMA, 2010, p.22). Afinal, o livro didático é uma ferramenta nas mãos dos docentes.

3.1.1 O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) – Breve Histórico

No Brasil, importantes programas desenvolvidos pelo Ministério da Educação (MEC) visam fornecer recursos para atender às necessidades do ensino na Educação Básica (BRASIL, 2011). Sob a gestão da Secretaria da Educação Básica (SEB) e Fundo

Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), destaca-se o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que tem o objetivo de avaliar, comprar e distribuir livros didáticos (LDs), obras complementares e dicionários gratuitamente aos alunos de escolas públicas de todo o país. A elaboração de programa voltado a distribuição de obras didáticas no Brasil teve início em 1937, a partir da criação do Instituto Nacional do Livro (INL). Em 1938, é instituída a primeira política de legislação e controle do livro didático no país, a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD).

Ao longo dos anos, o programa obteve várias denominações e foi marcado por diferentes formas de execução. A denominação Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) só foi utilizada em 1985, através do decreto 91.542, de 19/08/1985, do Poder Executivo Federal. Tal decreto apresenta algumas mudanças como: a indicação do livro didático pelos professores e a reutilização desse recurso didático.

Na década de 1990, o governo implementa oficialmente a avaliação prévia dos livros didáticos por especialistas, distribuídos pelo PNLD, através da publicação do documento “Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos”, pelo Ministério da Educação (MEC), como forma de controlar a qualidade dos livros didáticos. Entretanto, a distribuição proposta não atendia todos os alunos da educação básica pública nem todos os segmentos e disciplinas.

No contexto do Ensino Médio brasileiro, somente em 2004 o programa passou a atender esse nível de ensino da educação básica, através da Resolução nº 38 do FNDE, que instituiu o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). A partir de 2005, o MEC implantou uma política de distribuição de LD de todos os componentes curriculares de forma a atender todos os níveis da Educação Básica, exceto a Educação Infantil. Em 2007, iniciou-se a distribuição dos LDs de Biologia.

A partir de 2010, através da resolução CD FNDE nº. 60, de 20/11/2009, foi estabelecido que as redes públicas de ensino e as escolas federais deveriam aderir ao programa para receber os livros didáticos. No mesmo ano, é publicado o Decreto nº. 7.084, de 27/01/2010, sobre os procedimentos para execução dos programas de material didático.

3.1.2 Seleção dos Livros Didáticos no PNLD

O processo de seleção dos livros didáticos no PNLD acontece em várias etapas, começando-se pelo edital de convocação divulgado pelo Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Básica (SEB) e do Fundo Nacional de Desenvol-

vimento da Educação (FNDE), seguido por um período das inscrições das coleções pelas editoras.

O Ministério da Educação (MEC) convida instituições de ensino superior para a formação de comissões de análise dos livros didáticos (LDs) de cada área do conhecimento. Assim, as comissões avaliam as obras de acordo com os critérios gerais e específicos que são estabelecidos.

As coleções dos livros didáticos cuja avaliação resultou em parecer favorável, em cada edição, constam em um Guia de Livros Didáticos (GLD), disponibilizado pelo MEC e disponível on-line para todos os professores das redes públicas de ensino. O GLD apresenta informações detalhadas sobre todas as obras pré-aprovadas por uma equipe de especialistas acadêmicos, servindo de orientação para os professores das escolas na escolha das coleções para cada etapa de ensino (BRASIL, 2017).

Para a avaliação destinadas ao ensino médio a partir de 2018, o MEC lançou o edital 04/2015 – CGPLI, com os critérios de avaliação de cada componente curricular. Neste edital, os critérios eliminatórios comuns a todas as coleções submetidas ao programa foram:

- a. respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio;
- b. observância de princípios éticos e democráticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
- c. coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
- d. respeito à perspectiva interdisciplinar na abordagem dos conteúdos;
- e. correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
- f. observância das características e finalidades específicas do Manual do Professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
- g. adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra (BRASIL, 2017, p. 32).

Para a área das Ciências da Natureza, o edital enumera os seguintes critérios específicos eliminatórios:

- a. orienta a proposta de ensino da área para uma formação humana integral, que considere a diversidade de aspectos sociais e culturais relacionados às juventudes que frequentam o Ensino Médio no Brasil;
- b. evidencia formas de articulação entre diferentes campos de saberes específicos, como a contextualização e a interdisciplinaridade, para a organização didático-pedagógica dos conteúdos de ensino e das atividades propostas;
- c. apresenta abordagens integradas dos conteúdos tratados com propostas de atividades interdisciplinares, que considerem a importância da interação entre os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e de outras áreas;
- d. desenvolve os conteúdos e as atividades, de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão social e histórica da produção de conhecimento quanto à dimensão vivencial dos estudantes no que se refere à preparação para a vida e para o exercício profissional no mundo do trabalho;

e. possibilita o acesso a diferentes linguagens e formas de expressão cultural para o estudo integrado dos conteúdos de Biologia, Física e Química (BRASIL, 2017, p. 32).

Os livros didáticos aprovados por esse programa são escolhidos pelos docentes de cada unidade escolar. O FNDE, através de parcerias, faz a distribuição do material escolhido para todos os alunos da educação básica brasileira. Isso permite que o livro didático seja acessível aos alunos, constituindo-se de uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Neste sentido, a abrangência do PNLD contribuiu para que essa acessibilidade fosse garantida. Em 2018, o PNLD 2018 beneficiou 19.921 escolas de Ensino Médio, atendendo 7.085.669 alunos desse nível. Ao todo, foram 89.381.558 exemplares distribuídos entre os educandos (BRASIL, 2018). Diante disso, o LD tornou-se um “instrumento de grande instrumento para o ensino, exercendo grande influência no processo educacional e da cidadania” (ANDRADE *et al.*, 2014).

Devido a essa acessibilidade e grande utilização na sua prática pedagógica, é preciso que os professores estejam atentos à qualidade, à coerência e a eventuais restrições que o LD apresente em relação aos objetivos educacionais propostos. Assim, tendo em mente esse papel fundamental exercido pelo livro didático no processo de ensino-aprendizagem, o capítulo busca analisar estes recursos, quanto a abordagem do sistema imunológico e as potencialidades dos livros didáticos para promover a alfabetização científica dos estudantes.

3.2 Percurso Metodológico

3.2.1 Natureza da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa e bibliográfica, tendo em vista o objeto de estudo em questão: o livro didático. A pesquisa qualitativa “consiste em um conjunto de práticas materiais e interpretativas” que buscam compreender “os fenômenos em termos dos significados que as pessoas lhes atribuem” (DENZIN; LINCOLN, 2006, p. 17).

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares, se ocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e de atitudes (MINAYO, 2009, p. 21).

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do material já analisado e publicado por meios escritos e eletrônicos publicado, como artigos científicos (GIL, 2008, pg.51). Dessa forma, ela realiza o delineamento do fenômeno em análise de uma forma descritiva, sendo os dados recolhidos por meio de palavras ou imagens. envolvendo o contato direto do pesquisador com a situação estudada.

3.2.2 Seleção do Objeto de Estudo

No Brasil existe uma variedade de livros didáticos, no que tange à autoria e à editora de veiculação, dos diferentes componentes curriculares que constituem o Ensino Médio. O processo do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem início com a adesão das escolas ao programa, passando pela publicação dos editais, inscrição das editoras, avaliação das obras que comporão o guia (BRASIL, 2017).

Ao serem aprovadas pelo Programa, as obras entram na lista de seleção das escolas públicas que, individualmente, indicam as obras que desejam adotar naquela instituição. Dessa forma, esses materiais indicados são fornecidos gratuitamente e utilizados por professores e alunos das escolas públicas de ensino básico do país.

A escolha dos livros didáticos de Biologia de Ensino Médio a serem avaliados neste estudo foi feita com base nos títulos aprovados pelo PNLD/2018 para os quatro últimos anos letivos, ou seja, no período de 2018 a 2021 (Quadro 7). Ao todo, foram aprovadas dez coleções relativas ao componente curricular Biologia, todas publicadas em 2016 (BRASIL, 2017).

Quadro 7. Livros didáticos de Biologia do ensino médio aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), para o interstício 2018 a 2021

COLEÇÃO	EDITORA	REFERÊNCIAS
Bio	Saraiva	LOPES; ROSSO, 2016
Biologia	Saraiva	SILVA JUNIOR <i>et al.</i> , 2016
Biologia	AJS	MENDONÇA, 2016
Biologia Hoje	Ática	LINHARES <i>et al.</i> , 2016
Biologia Moderna	Moderna	MARTHO; AMABIS, 2016
Biologia Unidade e Diversidade	FTD	FAVARETTO, 2016
Conexões com a Biologia	Moderna	THOMPSON; RIOS, 2016
Contato Biologia	Quinteto	OGO; GODOY, 2016

Ser protagonista	Edições SM	CATANI <i>et al.</i> , 2016
Integralis: Biologia - Novas Bases	IBEP	BIZZO, 2016

Fonte: BRASIL (2017)

Todas as coleções para o Ensino Médio são de caráter seriado, ou seja, constituídas por três volumes, que correspondem a cada uma das séries do EM (1ª, 2ª e 3ª série). A análise das obras distribuídas pelo PNLD é de grande relevância, uma vez que tais coleções foram utilizadas por estudantes e professores em algum momento na educação básica, e assim, fizeram parte da formação dos alunos.

3.2.3 Análise dos Livros Didáticos

Para fazer análises dos livros didáticos foi necessário identificar os conteúdos que estão relacionados ao sistema imunológico. Assim, realizou-se uma leitura do sumário na literatura clássica, utilizada para ensino do tema na educação superior. Para essa fase, os livros *Imunologia* de Janeway (MURPHY, 2014) e *Imunologia Celular e Molecular* (ABBAS *et al.*, 2015) foram utilizados. Nesta busca, alguns termos destacaram-se: leucócitos, linfócitos, antígenos, anticorpos, imunização, vacinas.

A partir dos termos encontrados na literatura clássica de imunologia, foi realizada uma leitura dos livros didáticos de biologia, aprovados pelo PNLD/2018. Os termos foram localizados no sumário ou nos capítulos dos livros didáticos, buscando-se observar a presença e abordagem dos elementos de Imunologia nos LDs utilizados na educação básica.

Após a leitura, alguns aspectos formais dos livros didáticos foram destacados para que fossem analisados: identificação dos volumes destinados a abordagem do sistema imunológico; momento de apresentação do tema das coleções de LDs; características e componentes do SI presentes nos livros; relação dos elementos do SI com outros objetos de conhecimento. Em seguida, foi realizada a leitura direta dos textos dos LDs selecionados.

Para isso, foi adotada a perspectiva da análise de conteúdo (AC) conforme exposto por Bardin (2011). Desta forma, a análise foi constituída pelas seguintes etapas: a) pré-análise - seleção dos documentos (corpus de análise) e leitura flutuante dos conteúdos programáticos apresentados em cada volume dos livros didáticos; b) exploração do material - estudo aprofundado orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos; c) tra-

tamento dos resultados: interpretação referencial e reflexão com base nos documentos e ferramenta avaliativa utilizada.

Além da análise citada anteriormente, buscou-se identificar a presença de elementos relacionados às categorias da ferramenta de análise para Educação Científica Crítica, desenvolvida por meio do método Delphi, que consiste em sistematizar quais seriam as competências, saberes, práticas e conhecimentos considerados fundamentais para o desenvolvimento de uma educação científica crítica e reflexiva.

Tal ferramenta avaliativa apresenta eixos e critérios que podem ser observados no ensino de ciências voltado para uma perspectiva da educação científica. Os três eixos que constituem a ferramenta buscam avaliar os processos de ensino-aprendizagem, a visão e percepção de ciência e tecnologia na sociedade, o estímulo para as ações de cidadania. Cada eixo desdobra-se em diferentes critérios. Estes, podem ser caracterizados em um dos cinco níveis presentes na ferramenta (não apresenta, principiante, aprendiz, avançado, *expert*) (Quadro 8).

Quadro 8. Categorias da Ferramenta Avaliativa para Análise da Educação Científica

EIXOS	CRITÉRIOS		NÍVEIS
Processos de Ensino-aprendizagem	1	Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade	0 (não apresenta) 1 (principiante) 2 (aprendiz) 3 (avançado) 4 (expert)
	2	Incentivo ao pensamento crítico e criativo	
	3	Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar	
	4	Favorecimento à construção de posicionamentos	
	5	Proposição de abordagens metodológicas específicas	
	6	Organização do currículo visando uma educação para a cidadania	
Visão e Percepção de C&T na Sociedade	7	Construção do conhecimento científico e tecnológico	
	8	Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade	
	9	Compreensão da C&T como práticas contextualizadas	

	10	Caracterização da C&T como construção social
	11	Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica
Cidadania e Ação	12	Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade
	13	Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnologia
	14	Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia
	15	Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores
	16	Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais

Fonte: CAMPOS *et al.*, 2019

Desta forma, essa ferramenta avaliativa configura-se como importante instrumento para essa pesquisa, pois permite analisar práticas, materiais didáticos e processos educativos na educação básica e na formação de professores das ciências.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Aspectos teórico-metodológicos

a. Ocorrência do tema

A análise do conteúdo é importante para alcançar o objetivo específico desta pesquisa quanto a presença do sistema imunológico dos livros didáticos de biologia, aprovados pelo PNLD/2018. Para isso, buscou-se identificar quais os conteúdos relacionados ao SI que foram selecionados, bem como, o espaço destinado a eles e a forma como foram apresentados ao longo das unidades e volumes das coleções dos livros.

Assim, no primeiro momento, a análise consistiu em verificar quais os volumes tinham capítulos ou tópicos específicos para a apresentação desse sistema (Quadro 9). Dentre as dez coleções de Biologia aprovadas no PNLD/2018, nove foram analisadas. A coleção ‘Biologia: Novas Bases’, de Nélio Bizzo, não estava acessível e por isso, foi excluída da análise.

Quadro 9. Ocorrência do tema nos diferentes volumes das coleções de livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018

LIVRO DIDÁTICO	VOLUME PARA ABORDAGEM DO SISTEMA IMUNOLÓGICO	ESPAÇO PARA A APRESENTAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO
Favaretto (2016)	1	Capítulo
Catani <i>et al.</i> (2016)	1	Subitem
Linhares <i>et al.</i> (2016)	1	Subitem
Silva Junior <i>et al.</i> (2016)	2	Capítulo
Martho, Amabis (2016)	2	Subitem
Ogo, Godoy (2016)	2	Subitem
Thompson, Rios (2016)	3	Capítulo
Lopes, Rosso (2016)	3	Subitem
Mendonça (2016)	3	Subitem

Fonte: elaborado pela autora

As obras de Catani *et al.* (2016); Linhares *et al.* (2016) e Favaretto (2016) abordam o tema Imunidade no volume 1 de cada coleção. Destas, as coleções de Catani *et al.* (2016) e Favaretto (2016) apresentam o conteúdo ao abordar fisiologia humana. A coleção de Linhares *et al.*, 2016, por sua vez, apresenta o sistema imunitário em um capítulo específico, mas de maneira superficial, juntamente com a abordagem de histologia animal. Os autores apenas citam a definição desse sistema, os tipos de componentes e de imunização:

A vacina é um caso de imunização ativa porque o próprio corpo fabrica os anticorpos contra o agente infeccioso. Em geral, tem a função de prevenir uma doença, embora algumas vacinas sejam dadas ao indivíduo doente para aumentar suas defesas contra microrganismos [...] O soro, portanto, tem efeito curativo e é uma imunização passiva, uma vez que o organismo recebe os anticorpos já prontos (LINHARES *et al.*, 2016, p. 235).

As coleções de Ogo; Godoy (2016); Martho; Amabis (2016); Silva Junior *et al.* (2016) abordam o ensino imunologia no volume 2 das coleções. É importante destacar que, no tópico intitulado “Sistema Imunitário”, presente na coleção de Martho; Amabis (2016), o conteúdo é apresentado juntamente com a abordagem do sistema circulatório. Apesar de não ter um capítulo específico para isso, o volume apresenta um tópico com uma divisão que tenta abordar vários elementos do SI. Não há tanta clareza quanto aos conceitos apresentados, nem consideração às ideias prévias dos alunos. O tópico enfatiza apenas os tipos de linfócitos e o mecanismo de ação dos linfócitos T na produção de anticorpos, sem apresentar distinções entre os conceitos apresentados.

As coleções de Lopes; Rosso (2016); Mendonça (2016) e Thompson; Rios (2016) incluem a abordagem do sistema imunológico no volume 3 de cada coleção. A coleção Bio (LOPES, ROSSO, 2016) apresenta um tópico intitulado “Sistema Imunitário”, ao abordar os sistemas do corpo humano. Na coleção Conexões com a Biologia (THOMPSON, RIOS, 2016), os autores apresentam detalhes relacionados ao sistema imunológico em um capítulo, denominado “Defesa dos animais”. Nesta obra, o sistema imunitário humano é descrito como responsável pelo “combate aos agentes externos e é constituído por leucócitos e órgãos responsáveis pelas suas formações” (THOMPSON; RIOS, 2016, p. 168).

A obra de Mendonça (2016) aborda aspectos do sistema imunológico em um subitem que apresenta a definição de conceitos como antígenos, anticorpos e imunidade. O volume cita o mecanismo de defesa humoral e destaca os tipos de imunizações artificiais, com ênfase na importância da vacinação. Entretanto, a abordagem neste volume se resume a estes aspectos.

É importante destacar que as coleções de Thompson; Rios (2016); Silva Junior *et al.* (2016) e Favaretto (2016) possuem capítulos exclusivos para a abordagem da temática. Entretanto, apesar de ter uma localização específica nos livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018, os autores não apresentaram detalhes do SI, o que caracterizou como uma abordagem sucinta desse sistema. Este tipo de abordagem não deixa clara a importância deste sistema e dos processos de imunizações artificiais para a saúde pública. Isso pode interferir no desenvolvimento da alfabetização científica do estudante.

A análise mostra que todos os livros aprovados pelo PNLD/2018 e verificados nesta pesquisa apresentam um espaço destinado a apresentação do sistema imunológico no ensino de biologia, no nível médio. É possível verificar que não há uniformidade quanto a essa localização, visto que esse conteúdo é encontrado em diferentes volumes nas coleções analisadas.

b. Elementos do Sistema Imunológico

O segundo aspecto formal que pode ser avaliado na análise dos livros didáticos foi quanto aos elementos do sistema imunológico abordados nos livros didáticos (Quadro 10). Isso foi importante para compreender a profundidade ou superficialidade com que o tema foi inserido no material analisado.

Quadro 10. Elementos do sistema imunológico abordados nos livros didáticos de biologia, aprovados pelo PNLD/2018 – Ensino Médio

LIVROS DIDÁTICOS / ELEMENTOS DO SI	Definição e Componentes	Tipos de Imunização	Tipos de resposta (inata ou adquirida)	Mecanismo de Ação	Outros
Silva Junior (2016)	X	X	X	X	X
Favaretto (2016)	X	X	X		X
Catani et al. (2016)	X	X			X
Martho, Amabis (2016)	X	X		X	
Mendonça (2016)	X	X	X		
Ogo, Godoy (2016)	X	X	X		
Thompson, Rios (2016)	X	X		X	
Linhares <i>et al.</i> (2016)	X	X			
Lopes, Rosso (2016)	X	X			

Fonte: elaborado pela autora

A análise das coleções permite afirmar que todas as obras apresentam alguma definição do sistema imunológico e citam alguns componentes presentes neste sistema. Neste sentido, a coleção de Martho e Amabis (2016) fazem a seguinte afirmação:

O sistema imunitário ou sistema imunológico é constituído por certos tipos de leucócitos, principalmente macrófagos e linfócitos, e por órgãos onde eles se formam, amadurecem e se multiplicam, os órgãos linfáticos (MARTHO; AMABIS, 2016, p. 219).

A obra de Lopes, Rosso (2016) apresenta função e células constituintes deste sistema, além de citar aspectos relacionados aos tipos de imunização, destacando o papel dos soros e vacinas. O conteúdo é abordado de forma clara e adequado a maturidade do aluno, com exemplos do cotidiano e linguagem acessível.

É importante ressaltar que nem todas as obras apresentaram, de forma clara, a divisão do sistema imunológico ou diferenciaram os tipos de respostas executadas por esse sistema. As obras de Favaretto (2016); Mendonça (2016); Ogo, Godoy (2016) e Silva Junior *et al.* (2016) abordam estas questões.

A coleção de Favaretto (2016) aborda conceitos de sistema imune e cita os diferentes mecanismos de defesa. Em seguida, o processo inflamatório é caracterizado e a resposta imunológica é discutida. Neste tópico, o autor descreve a imunidade celular e a imunidade humoral como mecanismos responsáveis pela resposta diante dos antígenos.

Se a informação não for suficiente para conter a infecção, a defesa orgânica passa a depender de outras etapas da resposta imunológica...a partir dessa fase, a resposta contra a infecção ocorre em duas frentes: a imunidade celular (dependente de células) e imunidade humoral (dependente de anticorpos) (FAVARETTO, 2016, p.254).

Quanto ao mecanismo de defesa do sistema imunológico, apenas as coleções de Martho; Amabis (2016); Silva Junior *et al.* (2016) e Thompson; Rios (2016) apresentam mais detalhes, citando a relação antígeno-anticorpo e destacando o papel dos anticorpos, bem como suas características.

Existe no organismo, a chamada memória imunológica, segundo a qual determinadas células que já produziram um anticorpo podem reter essa informação e voltá-lo a fabricar rapidamente, uma vez detectado o mesmo agente infeccioso (antígeno) (SILVA JUNIOR *et al.* 2016, p. 167).

A coleção Lopes, Rosso (2016) não faz uma abordagem detalhada do mecanismo de ação dos anticorpos. Entretanto, os autores citam a especificidade destes anticorpos.

A especificidade refere-se que a capacidade do sistema imunitário de reconhecer e eliminar certos microrganismos ou substâncias estranhas ao corpo. O elemento estranho capaz de estimular uma resposta imune é denominado antígeno. O sistema específico responde ao antígeno produzindo uma proteína, chamada anticorpo, que é específica para aquele antígeno (LOPES, ROSSO, 2016, p.84).

Todas as coleções apresentaram os tipos de imunização, mostrando a distinção entre imunização passiva e ativa, citando vacina e soros como exemplos de cada processo, respectivamente. Neste sentido, a coleção de Catani *et al.* (2016) afirma que:

Isso explica por que algumas vacinas, tomadas com doses de reforço, garantem uma boa proteção contra doenças infecciosas pois garantem por mais tempo os altos níveis de anticorpos no plasma sanguíneo (CATANI *et al.*, 2016, p. 167).

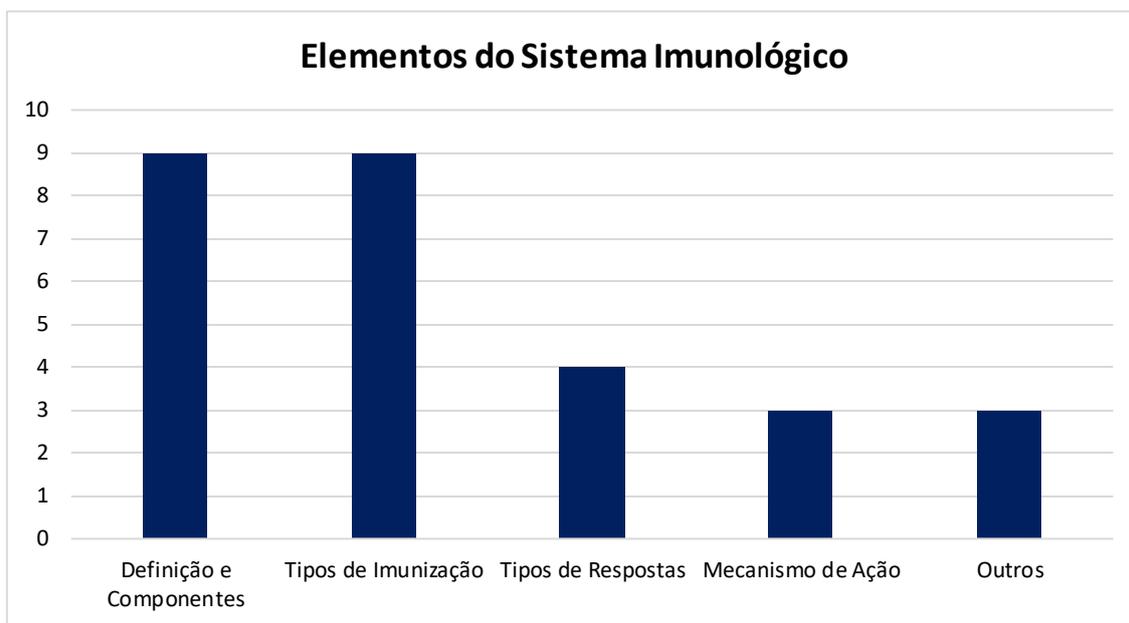
Na categoria “Outros”, foram consideradas as obras que relacionavam o sistema imunológico aos processos de inflamação, hipersensibilidade, transplante. Neste sentido, as coleções Biologia (SILVA JUNIOR *et al.*, 2016), Biologia (CATANI *et al.*, 2016) e Biologia: Unidade e Diversidade (FAVARETTO, 2016) apresentaram uma breve discussão sobre o mecanismo da inflamação, alergias e transplante.

Uma resposta imune não específica típica é o processo inflamatório, que ocorre em resposta a uma lesão nos tecidos; ela tem um propósito de nos defender rapidamente contra a invasão de agentes patogênicos através da qual a lesão (FAVARETTO, 2016, p.167).

A maioria apresenta uma breve definição de imunidade, cita as células constituintes do sistema imune, diferenciam os tipos de respostas e de imunização. Ao abordar

esse último elemento, grande parte dos livros apresentou a importância das vacinas, mas de forma sucinta (Gráfico 10).

Gráfico 10. Elementos do sistema imunológico presentes nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018



Fonte: dados da pesquisa

Por fim, nenhum dos LDs analisados referiu-se aos ensaios clínicos, segurança da vacina e efeitos adversos, nem sobre o movimento antivacina especificamente. A compreensão destes aspectos é importante porque mostra a interação ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo para que os alunos possam assumir posturas críticas, mesmo diante das *fake news*, além de tomar decisões conscientes baseadas no conhecimento científico.

c. Conteúdos relacionados ao ensino de imunologia

A análise também permitiu verificar que elementos relacionados ao SI podem ser encontrados em outros capítulos e volumes, associados a diferentes objetos de conhecimento de biologia. Desta forma, esse aspecto também foi avaliado ao longo da análise dos livros didáticos (Quadro 11).

Quadro11. Objetos do conhecimento que apresentam elementos do sistema imunológico, presente nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018

LIVROS DIDÁTICOS / OBJETOS DE CONHECIMENTO	Fisiologia Humana	Histologia	Virologia	Biotecnologia	Saúde
Lopes, Rosso (2016)	X		X	X	
Favaretto (2016)		X		X	
Linhares <i>et al.</i> (2016)		X	X		
Martho, Amabis (2016)	X		X		
Mendonça (2016)	X		X		
Silva Junior <i>et al.</i> (2016)	X				X
Thompson, Rios (2016)	X				X
Catani <i>et al.</i> (2016)		X			
Ogo, Godoy (2016)		X			

Fonte: elaborado pela autora

As obras de Catani *et al.*, (2016); Linhares *et al.* (2016), Ogo; Godoy (2016), Favaretto (2016) apresentam o sistema imunológico relacionando com os tecidos humanos. Isso explica a presença de elementos de imunologia na abordagem de Histologia.

A coleção de Favaretto (2016) cita várias informações sobre o sistema imunológico, como: mecanismos de defesa natural do corpo, resposta inflamatória, tipos de resposta imunológica (celular e humoral) e de imunizações (ativa e passiva). Além disso, o autor inclui conhecimentos sobre alergias, imunidade e transplantes, Aids. É importante destacar que o autor apresenta vários conceitos ao abordar todos estes assuntos. Portanto, pode-se dizer que o volume utiliza uma linguagem bastante clara na apresentação dos aspectos relacionados a imunidade.

Algumas coleções (MENDONÇA, 2016; LOPES; ROSSO, 2016; MARTHO; AMABIS, 2016; LINHARES *et al.*, 2016) fazem menção do tema quando abordam os conteúdos sobre vírus. Nessas obras, os conceitos de antígenos e anticorpos são apresentados e as vacinas são citadas como principal forma de prevenção contra doenças virais. Entretanto, não há uma definição conceitual clara sobre vacina ou soro.

Muitos dos remédios que tomamos quando temos uma infecção viral combatem apenas os sintomas e não há infecção em si. Mas a vacinas, soros terapêuticos e outros medicamentos específicos contra certos tipos de vírus como do herpes mudar a gripe e o da AIDS ... A transmissão do vírus pode ocorrer por meio de água ou alimentos contaminados ou por contato com a saliva ou fezes de um doente. Para evitar a doença, é muito importante que todas as crianças sejam vacinadas na época recomendada pelo médico. Também são importantes medidas de higiene e saneamento básico. A vacinação é funda-

mental porque a doença ainda existe em alguns países (LINHARES et. al., p. 23).

A coleção de Mendonça (2016) apresenta uma breve citação da importância das vacinas como medida de prevenção para diversas doenças, destacando a importância da vacinação para a saúde humana.

A vacinação é um dos mais importantes mecanismos utilizados pela medicina preventiva. A importância da participação efetiva da população nas campanhas de vacinação pode ser demonstrada pelo sucesso obtido com a vacinação de âmbito mundial contra a varíola, uma terrível doença que assolou a humanidade por muitos anos e que hoje é considerada erradicada (MENDONÇA, 2016, pg. 28).

Neste sentido, é importante destacar que, o volume 2 da coleção Bio (LOPES, ROSSO, 2016), contém o boxe “Colocando em foco”, que apresenta informações sobre o desenvolvimento de vacinas anti-HIV e a existência de testes clínicos. O boxe “Temas para discussão” expõe conhecimentos quanto a importância das vacinas e dos soros como mecanismos de imunização ativa para o corpo humano. A seção destaca funções, produção, mecanismo de ação de cada método, inserindo a análise de gráfico de produção de anticorpos após a vacinação.

Na coleção de Martho; Amabis (2016), os autores apresentam uma breve distinção entre epidemias, endemias e pandemias. A obra contém o boxe “Ciência e cidadania” com algumas informações sobre a gripe (pandemias, variedade dos vírus, vacinação e estudos na área).

As obras de Mendonça (2016); Lopes; Rosso (2016); Martho; Amabis (2016); Silva Junior *et al.* (2016) e Thompson; Rios (2016) apresentam grande parte dos elementos de imunologia durante a abordagem de fisiologia humana, principalmente quando relacionados ao sistema circulatório e sistema linfático. Isso contribui para que os alunos compreendam as relações entre os sistemas do corpo humano. As coleções de Thompson; Rios (2016) e Silva Junior *et al.* (2016) abordam questões relacionadas ao sistema imunológico em tópicos que discutem conhecimentos voltados a saúde humana.

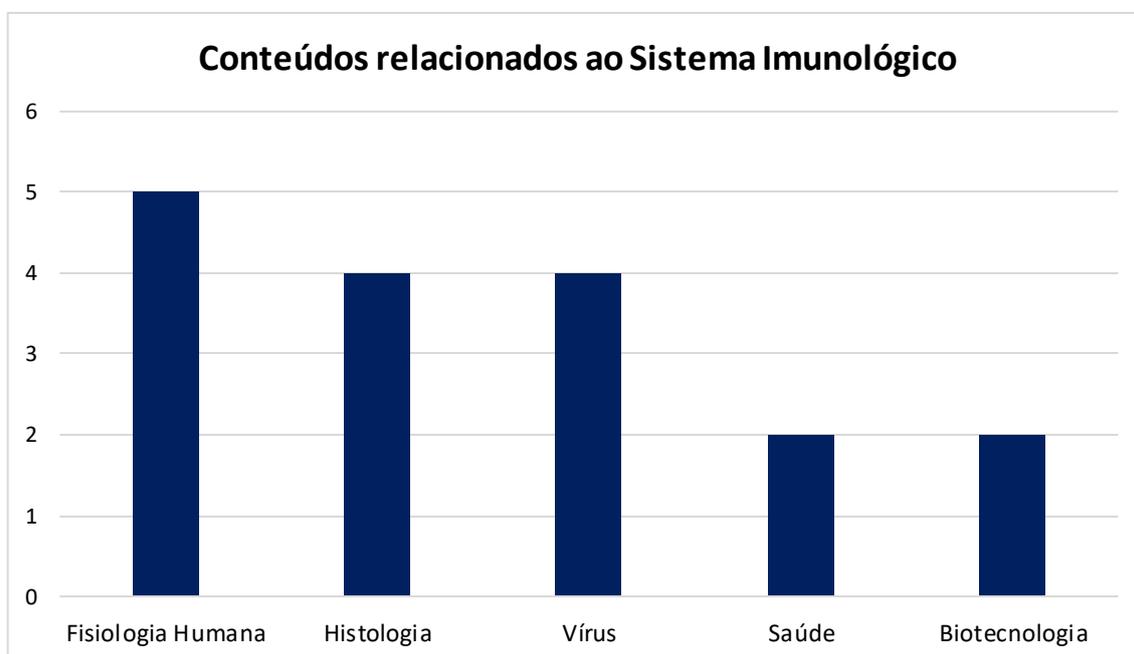
Na obra de Thompson; Rios (2016), aspectos da imunologia são citados no capítulo “Tecnologia na Saúde”, onde a importância da vacinação é abordada. Os autores iniciam o tópico com o mecanismo de ação das vacinas. Em seguida, é citado o contexto histórico de desenvolvimento da primeira vacina. Segundo os autores “Em 1796, Jenner criou um novo método para combater a varíola doença que afetava uma parcela enorme da população e matou milhões de pessoas” (THOMPSON, RIOS, 2016, pg. 186). Entretanto, o conteúdo se resume a esse aspecto neste volume.

Quanto a aproximação da temática com a biotecnologia, as coleções Lopes; Rosso (2016) e Favaretto (2016) apresentaram, superficialmente, a relação entre manipulação do DNA e criação de vacinas gênicas. Segundo Favaretto (2016, p.256), “as vacinas de DNA ou de RNA consistem em fragmentos do material genético determinado a gente infeccioso”. Já Lopes e Rosso afirmam que:

As vacinas gênicas estão em fase de estudos e são bastante promissoras elas são produzidas a partir de genes ou fragmentos de genes que codificam um pequeno potencialmente capazes de estimular o sistema imunitário (LOPES, ROSSO, 2016, p. 221).

A partir da análise dos livros didáticos verificou-se que a maioria das coleções analisadas apresentou conteúdos relativos ao SI ao abordarem os componentes do sangue, no estudo de Histologia ou quando o Sistema Circulatório e Sistema linfático foram apresentados nas coleções. Essa apresentação do SI vinculada, direta ou indiretamente, a outros objetos do conhecimento pode contribuir para o diálogo entre os conteúdos de biologia e o estabelecimento das relações de atuação e interdependência entre os sistemas que constituem o organismo humano (Gráfico 11).

Gráfico 11. Conteúdos relacionados ao ensino do sistema imunológico presentes nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2018



Fonte: dados da pesquisa

Essa discussão é considerada importante, para que os alunos conheçam os tipos de vacinas desenvolvidas e possam compreender o papel da biotecnologia na saúde da

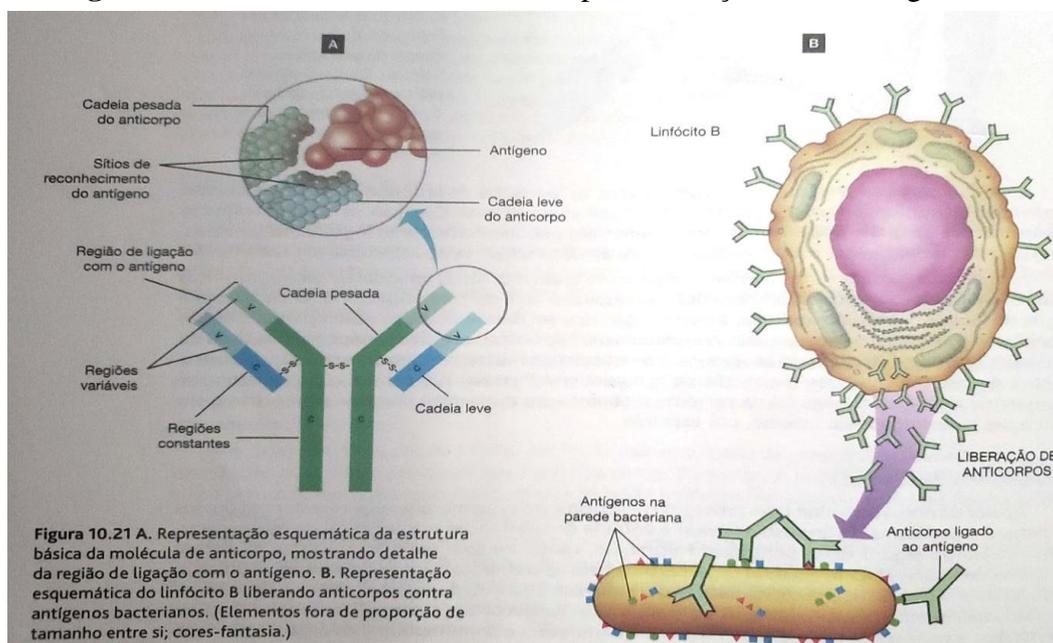
população. Em virtude da pandemia de covid-19 e a busca por uma vacina para proteção dos seres humanos, a necessidade dessa abordagem tornou-se ainda mais evidente.

3.3.2 Aspectos visuais

Entre os recursos visuais, a coleção de Catani *et al* (2016) apresenta alguns esquemas que representam a inflamação, o mecanismo de fagocitose dos macrófagos e a ação dos anticorpos. Entretanto, as imagens não deixam claro o mecanismo de ação dos anticorpos no processo de defesa do organismo. A coleção também apresenta um gráfico sobre o efeito das vacinas sobre a concentração dos anticorpos no sangue em função do tempo, mostrando a importância da vacinação no combate a diversas doenças.

No tópico “Sistema Imunitário”, a coleção Martho e Amabis (2016) apresenta representações da estrutura de um anticorpo, apresentação de antígenos ao linfócito (Figura 3) e gráfico que apresenta a produção de anticorpos em função do tempo. Entretanto, as imagens não deixam clara a importância da especificidade dos anticorpos para o mecanismo de defesa. A coleção não cita fontes para consulta sobre o conteúdo, nem há boxes que estimulem as pesquisas individuais e/ou coletivas por parte dos alunos.

Figura 3. Estrutura básica de um anticorpo e interação com o antígeno



Fonte: Martho; Amabis (2016)

A coleção Bio (LOPES; ROSSO, 2016) apresenta importantes representações do sistema imunológico. A primeira imagem apresenta um esquema simplificando a ação dos anticorpos, e deixa clara a especificidade da interação anticorpo-antígeno. Há tam-

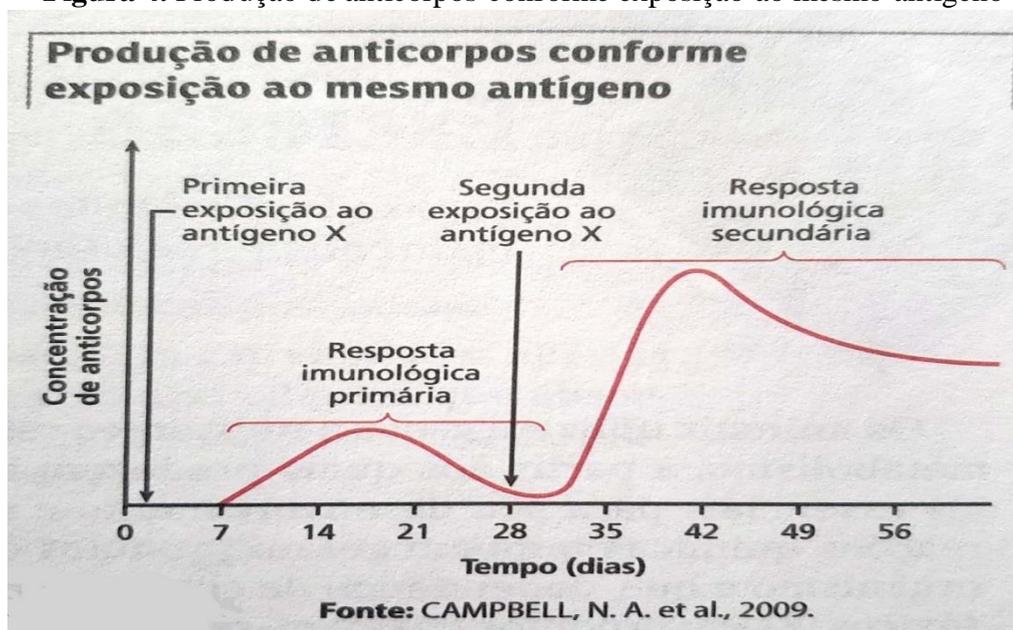
bém uma tabela com as principais imunoglobulinas e suas funções, além de um gráfico que representa a quantidade de anticorpos no sangue após a vacinação.

É importante destacar que o volume apresenta um boxe que estimula a busca pela compreensão da interação entre vários sistemas do corpo humano, o que pode contribuir para que os alunos não tenham uma visão do conhecimento de forma isolada, compreendendo que a interação é essencial para o funcionamento do organismo.

Ao abordar conceitos e importância do desenvolvimento das vacinas gênicas, a coleção apresenta um esquema da ação da vacina de DNA nas respostas imunes. Entretanto, o esquema não expõe, de maneira adequada, a forma de produção deste tipo de vacina ou não faz distinção entre os tipos de vacinas, o que pode dificultar a compreensão quanto a importância da tecnologia no desenvolvimento deste tipo de imunização.

No volume 1 da coleção “Conexões com a biologia” (THOMPSON; RIOS, 2016), o recurso visual sobre a importância das vacinas é uma obra que retrata o médico Jenner aplicando o vírus da varíola bovina em um garoto. A imagem é clara e retrata o contexto histórico da descoberta da vacina. Assim, o volume 3 da coleção também apresenta o gráfico da produção de anticorpos em função do tempo de exposição aos antígenos (Figura 4), destacando o papel das vacinas na defesa do organismo.

Figura 4. Produção de anticorpos conforme exposição ao mesmo antígeno



Fonte: Thompson; Rios (2016)

A coleção de Silva Junior *et al.* (2016) apresenta várias imagens e esquemas que representam informações sobre o mecanismo de ação do sistema imunológico. Entre as imagens, os autores apresentam um esquema que representa as diversas estruturas sobre

o sistema imunitário, além da classificação entre os principais tipos de células. Entretanto, este último não deixa clara a forma de interação entre estas células.

Em seguida, a coleção ainda apresenta diagrama com os tipos de imunidade, gráfico relacionado a concentração de anticorpos no organismo e esquema do processo inflamatório. É nítido que os autores desta coleção tiveram a preocupação com as representações de cada tópico do capítulo, talvez por entender a importância dos recursos visuais para o processo de aprendizagem.

A coleção de Ogo; Godoy (2016) não apresenta muitos recursos visuais durante a abordagem do sistema imunológico. Tais recursos resumem-se a uma ilustração sobre a ação dos linfócitos e reprodução de cartaz sobre campanha de vacinação contra a poliomielite. A coleção *Biologia Hoje* (LINHARES *et al*, 2016) inclui três imagens que representam: a produção de anticorpos, a ação dos linfócitos e o mecanismo de produção do soro antiofídico. Entretanto, a primeira imagem não deixa claro como essa produção acontece nem apresenta relações com as características destes anticorpos.

A coleção Favaretto (2016) é constituída por diversas imagens relacionadas aos conteúdos do sistema imunológico. O autor inclui representações das barreiras naturais do organismo, juntamente com as funções e um esquema do mecanismo de resposta inflamatória. Há também um gráfico que mostra a concentração de anticorpos antes e após a exposição aos antígenos. O gráfico apresentado é semelhante aos que foram observados em outras coleções.

Em seguida, o autor apresenta ilustrações dos processos de alergias. A relação entre esse processo e as células do sistema imunológico está bem clara na imagem utilizada. Por fim, o volume contém um segundo gráfico, que apresenta uma relação entre células de defesa e infecções por HIV.

A coleção Mendonça (2006) inclui recursos visuais que representam a ativação dos linfócitos no organismo. As ilustrações apresentam esse reconhecimento dos linfócitos bem didática, mostrando a especificidade dos anticorpos no papel de defesa. Assim, como outras coleções, a autora apresentou gráfico representando a concentração de anticorpos no sangue após exposição a antígenos.

3.3.3 Contribuição das Obras Analisadas para a Educação Científica Crítica

a. Processo de Ensino Aprendizagem

A análise dos livros didáticos quanto ao desenvolvimento de temas emergentes na sociedade permitiu observar que, as obras de Catani *et al.* (2016); Favaretto, (2016); Linhares *et al.*, (2016); Martho; Amabis (2016); Mendonça (2016) e Silva Junior (2016) podem ser classificadas no nível 1 (principiante). Nos livros citados, há presença de temas emergentes, mas estes são citados de forma acrítica, sem problematizar as questões sociocientíficas ou se preocupar com a tomada de decisões por parte dos alunos.

Nestes livros, os autores abordam, de forma sucinta, temas relacionados a ocorrência de pandemias e importância do desenvolvimento de vacinas. Catani *et al.* (2016), por exemplo, afirmam que “as vacinas representam uma revolução no controle de doenças infectocontagiosas na população” (CATANI *et al.*, 2016, p. 257). Entretanto, tais temas são citados, sem espaços para uma abordagem que permita a discussão sobre questões sociocientíficas.

É importante destacar que o uso de questões sociocientíficas nas aulas de biologia favorece a argumentação baseada nos conhecimentos científicos, contribuindo para a construção do conhecimento e a tomada de decisões conscientes, processos inerentes à alfabetização científica dos estudantes.

A coleção de Thompson; Rios (2016) pode ser classificada no nível 2 (aprendiz), quanto a este primeiro critério. Nesta obra os temas emergentes são desenvolvidos por meio de abordagem de questões sociocientíficas. Neste sentido, os autores apresentam um boxe que contém questionamentos sobre a descoberta e desenvolvimento das vacinas diante de epidemias e pandemias.

A coleção de Lopes; Rosso (2016) e Ogo; Godoy (2016) apresentam seções que estimulam o estudo de temas que podem ser desenvolvidos com uma perspectiva didática crítica por meio da abordagem de questões sociocientíficas, além de permitir a tomada de decisões/ações por parte dos alunos. Neste sentido, Lopes; Rosso (2016) fornece sugestões para divulgações na comunidade sobre a importância das vacinas e estímulo a campanha de vacinação.

Como trabalho em grupo, façam uma pesquisa a respeito do andamento dos estudos de produção de vacinas contra doenças novas e emergentes. Com dados em mãos, troquem informações com os demais colegas. Vocês deverão discutir a importância dos investimentos em pesquisas para o desenvolvimento de vacinas (LOPES; ROSSO, 2016, pg. 39).

Seguindo esse mesmo tipo de abordagem, Ogo; Godoy (2016) apresentam boxe sobre vacinação, onde mostram quadrinhos e fazem interrogações que podem estimular discussões acerca da adesão a vacinação. Dessa forma, essas duas últimas coleções podem ser classificadas no nível 3 (avançado), de acordo com a ferramenta utilizada.

Quanto ao incentivo ao pensamento crítico e criativo, as obras de Favaretto (2016); Lopes; Rosso (2016) e Silva Junior (2016) são classificadas no nível 1, pois, não consideram os aspectos como habilidades de argumentação, uso de evidências para justificar decisões. Entretanto, Catani *et al.* (2016); Favaretto (2016); Linhares *et al.* (2016), Martho; Amabis (2016); Mendonça (2016) não incentivam o pensamento crítico e criativo, permitindo classificá-las no nível 0 (não apresenta) da ferramenta.

Os livros de Thompson; Rios (2016) e Ogo; Godoy (2016) podem ser classificadas, quanto ao pensamento crítico, no nível 2 (aprendiz), pois ao abordar o conhecimento, os autores permitem o uso de evidências para justificar as formas de agir e de tomar decisões. Ogo; Godoy (2016) questionam “Por que o personagem Lúcio afirma que se todos tomarem a vacina, um dia a doença acaba?” (OGO, GODOY, 2016, pg. 35). Esse tipo de questionamento permite a discussão sobre doenças erradicadas e a importância da vacinação para a sociedade.

Quanto ao enfoque interdisciplinar, as coleções de Catani *et al.* (2016), Favaretto (2016); Lopes; Rosso (2016); Martho; Amabis (2016) e Silva Junior *et al.* (2016) apresentam nível 1 (principiante) para este critério. Estes livros didáticos, de forma sutil, incorporam relações criativas entre as disciplinas científicas. Já as obras de Favaretto (2016); Linhares *et al.* (2016) e Mendonça (2016) são classificadas no nível 0 por não apresentar esse enfoque.

Nas obras de Ogo; Godoy (2016) e Thompson; Rios (2016), os conteúdos incorporam relações criativas, incluindo a dimensão histórica e/ou ética ao longo da abordagem, o que permite a categorização no nível 2 (aprendiz). Thompson; Rios (2016) abordam temas envolvendo a descoberta das vacinas e discutindo sobre a técnica empregada nos estudos de Jenner. Isso permite o estabelecimento de relações entre o contexto histórico e imunização, contribuindo para fornecer espaços de argumentação sobre a adesão ou não a vacinação.

O texto apresenta o experimento em que no médico Edward Jenner realizou com uma criança para estabelecer o desenvolvimento da vacinação. Discuta a metodologia empregada nesse estudo e a ética desenvolvida. Você acha que experimentos como esse devem ser permitidos? (THOMPSON, RIOS, 2016, pg. 187).

Quanto ao favorecimento de posicionamentos, Linhares *et al.* (2016); Mendonça (2016); Martho; Amabis (2016); Ogo; Godoy (2016) são classificados no nível 1 (principliante), pois contribuem para a criação de espaços de afirmação individual ou coletiva para a construção de posicionamento, a partir das discussões dos temas presentes na obra.

As coleções de Catani *et al.* (2016); Favaretto, (2016); Lopes; Rosso (2016); Silva Junior (2016) e Thompson; Rios (2016) também apresentam alguns questionamentos que contribuem para posicionamento dos alunos. Entretanto, nestas obras, o posicionamento é baseado na utilização de argumentos científicos e tecnológicos, o que permite a classificação no nível 2 (aprendiz). Neste sentido, Catani *et al.* (2016) sugerem uma atividade de pesquisa sobre a obrigatoriedade da vacinação contra varíola no Brasil. Apesar de não apontar questionamentos sobre o tema, esta atividade favorece as discussões quanto a obrigatoriedade da vacinação, contribuindo para a construção e utilização desses argumentos.

Na coleção Thompson; Rios (2016), os autores apresentam o seguinte questionamento: “Algumas pessoas, por razões diversas, são contra a vacinação de seus filhos. Debata em classe essa questão, argumentando e dando a sua opinião sobre o assunto” (THOMPSON, RIOS, 2016, pg. 169). Esse tipo de atividade, somada a textos complementares, promovem a discussão em sala de aula, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de argumentação e na leitura crítica da informação.

Quando o critério analisado foi a “proposição de abordagens metodológicas específicas”, os volumes de Linhares *et al.* (2016), Martho; Amabis (2016), Mendonça (2016) apresentam nível 0, pois não priorizam a adoção de alguns aspectos apontados para o ensino e a aprendizagem de Ciências. As obras de Catani *et al.* (2016) e Silva Junior *et al.* (2016) podem ser classificadas no nível 1 (principliante), pois estes livros estimulam a formação de trabalhos em grupo, que permitem a discussão e inclusão da visão do aluno. Por fim, as coleções de Favaretto (2016); Lopes; Rosso (2016); Ogo; Godoy (2016) e Thompson; Rios (2016) configuram-se no nível 2 (aprendiz), por estimularem a formação de processos coletivos e adotarem uma visão tolerante do conhecimento.

Na caracterização do critério “organização do currículo”, todas as coleções foram classificadas no nível 0 (não apresenta) pois são obras que não abordam os conteúdos estruturados em eixos temáticos, como condiciona a ferramenta utilizada nesta pes-

quisa. A abordagem presente em todos os livros ainda encontra-se centrada na transmissão de conteúdos (Quadro 12).

Quadro 12. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo “Processos de Ensino/Aprendizagem” segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica e reflexiva

LIVROS DIDÁTICOS / CRITÉRIOS	Desenvolvimento de temas emergentes da sociedade	Incentivo ao pensamento crítico e criativo	Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar	Favorecimento à construção de posicionamentos	Proposição de abordagens metodológicas específicas	Organização do currículo visando uma educação para a cidadania
Ogo, Godoy (2016)	3	2	2	1	2	0
Thompson, Rios (2016)	2	2	2	2	2	0
Lopes, Rosso (2016)	3	1	1	2	2	0
Favaretto (2016)	1	1	0	2	2	0
Silva Junior <i>et al.</i> (2016)	1	1	1	2	1	0
Catani <i>et al.</i> (2016)	1	0	1	2	1	0
Martho, Amabis (2016)	1	0	1	1	0	0
Linhares <i>et al.</i> (2016)	1	0	0	0	1	0
Mendonça (2016)	1	0	0	0	1	0

Legenda: 0 – não apresenta; 1 – principiante; 2 – aprendiz; 3 – avançado; 4 – expert.

Fonte: dados da pesquisa

Diante disso, é importante afirmar que todas as obras analisadas abordam temas emergentes na sociedade, relacionados a saúde, tais como doenças virais, epidemias e importância da vacinação. Entretanto, essa abordagem aparece de forma discreta, sem espaços para reflexão e posicionamentos na maioria dos volumes, o que pode interferir na postura crítica do estudante.

b. Visão e Percepção de C & T na Sociedade

Ao analisar os conteúdos dos livros didáticos quanto a construção do conhecimento científico e tecnológico, é possível perceber que as obras são bastante sucintas

quando a esta abordagem. Algumas delas apenas citam o conhecimento, sem apresentar aspectos relevantes acerca da construção desse conhecimento; outras, citam apenas o componente histórico envolvido nessa construção.

Assim, foi observado que as obras de Catani *et al.* (2016); Mendonça (2016); e Silva Junior *et al.* (2016) configuram-se no nível 0, pois estas obras não apresentam espaços para que os alunos compreendam os aspectos envolvidos no desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico.

As coleções de Favaretto (2016); Linhares *et al.* (2016); Lopes; Rosso (2016); Martho; Amabis (2016); Ogo; Godoy (2016); Silva Junior *et al.* (2016) e Thompson; Rios (2016) podem ser classificadas no nível 2 (avançados), pois estas enfatizam o papel da história para o desenvolvimento da ciência. Neste sentido, Martho; Amabis (2016) apresentam um boxe “Ciência e Cidadania” onde os autores apontam importantes aspectos sobre a gripe.

Embora seja uma doença corriqueira, milhares de pessoas morrem atualmente em decorrência da infecção pelo vírus de gripe. Na grande pandemia ocorrida em 1918 e 1919, morreram entre 20 e 40 milhões de pessoas em todo o mundo, de todas as idades e classes sociais (MARTHO; AMABIS, 2016, pg. 30).

Assim, pode-se notar a obra citada apresenta um breve histórico sobre o surgimento de epidemias e pandemias, destacando a necessidade de produção de vacinas como mecanismo de prevenção contra o problema de saúde mundial que foi apresentado. Isso contribui para que o aluno compreenda a importância do aspecto histórico para a ciência.

Quanto a articulação entre ciência e tecnologia, os livros de Catani *et al.* (2016); Martho; Amabis (2016); Mendonça (2016); Silva Junior *et al.* (2016) e Thompson; Rios (2016) são caracterizadas no nível 1 (principiante), devido a presença de exemplificações de ciência e tecnologia na sociedade. Entre as exemplificações constantes na abordagem de imunologia, destaca-se a vacinação. As obras abordam aspectos relacionados a necessidade de desenvolvimento das vacinas diante de epidemias, sem articulação com os procedimentos envolvidos.

A Organização Mundial da Saúde mantém vigilância rigorosa e permanente sobre os surtos de gripe, tentando identificar rapidamente os novos vírus que surgem. Se são identificados logo, é possível produzir vacinas e imunizar grande parte da população antes que a epidemia atinja maiores proporções (MARTHO, AMABIS, 2016, pg. 31).

As obras de Linhares *et al.* (2016); Lopes; Rosso (2016) e Ogo; Godoy (2016) estabelecem articulações entre a ciência e tecnologia, bem como as representações que circulam na sociedade, considerando os resultados da produção científica. Tais coleções

abordam conhecimentos relacionados aos procedimentos na articulação ciência-tecnologia, como a composição e tipos de vacinas produzidas, apresentando nível 2 (aprendiz). A coleção de Favaretto destaca-se porque, além dos aspectos procedimentais, ela aborda relações com os resultados obtidos. No boxe “A notícia”, os autores apresentam uma notícia sobre a procura por uma vacina contra a febre amarela com menos efeitos adversos.

Resultados de testes clínicos renova esperança de um produto mais seguro que não utilize formas atenuadas do vírus; alternativa permitiria vacinações em massa para afastar fantasmas de epidemia urbana da doença e ajudaria a suprir demanda reprimida (FAVARETTO, 2016, pg. 257).

A coleção supracitada aborda aspectos referentes a constituição vacinal, apresenta textos complementares que ilustram as diferenças nos procedimentos realizados para obtenção dos diversos tipos de vacinas, relacionando aos efeitos adversos. Assim, esta última coleção pode ser classificada no nível 3 (avançado) quanto as articulações entre ciência e tecnologia.

Quanto a compreensão da ciência e tecnologia como práticas contextualizadas, todas as coleções analisadas podem ser classificadas no nível 1 (principiante). Elas inserem-se neste nível por reconhecerem a ciência e tecnologia como práticas contextualizadas apenas na dimensão social. As inclusões quanto à contextualização da ciência, não levam em conta o contexto sociocultural de sua produção, assim como, reflexões sobre seus procedimentos tiveram poucas inserções.

Quanto a caracterização da ciência e tecnologia como construção social, os autores Linhares *et al.* (2016); Martho; Amabis (2016); Mendonça (2016) não apresentam abordagens referentes a este critério, por isso, são classificadas no nível 0 (não apresenta). Os livros de Catani *et al.* (2016); Favaretto (2016); Lopes; Rosso (2016); Ogo; Godoy (2016); Silva *et al.* (2016); Thompson; Rios (2016) configuram-se no nível 1 (principiante), pois não destacam o contexto histórico e ideológico envolvidos na construção do conhecimento.

Quanto a compreensão da não neutralidade da ciência e tecnologia, as coleções classificam-se no nível 0 (não apresenta), pois elas apresentam manifestações de uma visão objetiva, socialmente neutra e a-problemática da construção do conhecimento científico (Quadro 13).

Quadro 13. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo “Visão e Percepção de Ciência e Tecnologia na Sociedade” segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica e reflexiva

LIVROS DIDÁTICOS / CRITÉRIOS	Construção do conhecimento científico e tecnológico	Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade	Compreensão da C&T como práticas contextualizadas	Caracterização da C&T como construção social	Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica
Favaretto (2016)	2	3	1	1	0
Lopes, Rosso (2016)	2	2	1	2	0
Ogo, Godoy (2016)	2	2	1	1	0
Catani <i>et al.</i> (2016)	0	1	1	2	0
Linhares <i>et al.</i> (2016)	2	2	1	0	0
Thompson, Rios (2016)	2	1	1	1	0
Martho, Amabis (2016)	2	1	1	0	0
Silva Junior <i>et al.</i> (2016)	0	1	1	1	0
Mendonça (2016)	0	1	1	0	0

Legenda: 0 – não apresenta; 1 – principiante; 2 – aprendiz; 3 – avançado; 4 – expert.

Fonte: dados da pesquisa

Esta análise permite perceber que as obras apresentam o conhecimento científico sem relacionar com o processo de construção e o papel da sociedade. Algumas coleções apresentam discretas articulações entre ciência e tecnologia, destacando-se a vacinação e o avanço da biotecnologia no desenvolvimento de novos tipos de vacinas. Diante destes aspectos, pode-se afirmar que os critérios relacionados a visão e percepção de ciência e tecnologia não são apresentados de forma detalhada nas coleções avaliadas.

c. Cidadania e Ação

Quando o critério analisado foi a participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade, a maioria das coleções foram classificadas no nível 1 (principiante), pois os textos complementares e questionamentos encontrados nos livros podem

contribuir e estimular a participação do estudante na sociedade. Entretanto, a obra de Favaretto (2016) apresenta o nível 2 (aprendiz) para este critério, pois o autor estimula a participação do aluno na sociedade através de textos complementares, levando em consideração um dos conceitos: sustentabilidade, equidade e justiça social.

Quanto a participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da tecnologia, os livros de Catani *et al.* (2016), Linhares *et al.* (2016), Mendonça (2016) e Ogo; Godoy (2016) configuram-se no nível 0 (não apresenta), pois os recursos apresentados não estimulam esta participação. As demais coleções (FAVARETTO, 2016; LOPES; ROSSO, 2016; MARTHO; AMABIS, 2016; SILVA *et al.*, 2016; THOMPSON; RIOS, 2016) apresentam uma abordagem correspondente ao nível 1 (principiante). Neste sentido, LOPES; ROSSO (2016), no boxe “Tema para discussão”, fazem indagações que contribuem para a reflexão dos alunos e estimulam a participação consciente na sociedade.

A maioria das coleções analisadas também não apresentam os impactos da ciência e tecnologia nas decisões atuais e projeções de ações futuras. Não incluem a abordagem de riscos, princípio da precaução ou controvérsia, nem há uma preocupação em levar os estudantes a identificar e refletir sobre os possíveis impactos. Assim, foram classificadas no nível 0 (não apresenta). Entretanto, é necessário ressaltar que Favaretto (2016) aborda algumas diferenças entre os tipos de vacinas, apresentando vantagens e desvantagens de cada e por isso, pode ser caracterizada no nível 1 (principiante).

Diferentemente do que pode ocorrer com o uso da vacina produzida pelo método convencional, espera-se que as vacinas produzidas pelos outros dois métodos não provoquem efeitos adversos graves. Qual a principal explicação para essa expectativa favorável? [...] Depois de pesquisar a respeito, cite vacinas atualmente em uso e cujos processos de produção se assemelham a cada um dos três métodos citados (FAVARETTO, 2016, pg. 257).

Quanto a análise da construção da identidade, a maioria das coleções não orientam a reflexão e o desenvolvimento de valores nos alunos como responsabilidade, solidariedade e colaboração e por isso, são classificadas no nível 0 (não apresenta). Entretanto, os autores Favaretto (2016); Linhares *et al.* (2016); Mendonça (2016) e Ogo; Godoy (2016) incentivam esta reflexão e por isso, apresentam o nível 1 (principiante).

Quanto a abordagem sobre perspectivas democráticas e emancipatórias, Catani *et al.* (2016); Linhares *et al.* (2016); Lopes; Rosso (2016); Mendonça (2016); Ogo; Godoy (2016) não apresentam reflexões com tais perspectivas. As coleções de Favaretto (2016); Martho; Amabis (2016); Silva *et al.* (2016) e Thompson; Rios (2016) apresen-

tam um único ponto de vista quanto as questões sociais, por isso, são classificadas no nível 1 (principiante) para este critério da ferramenta avaliativa utilizada (Quadro 14).

Quadro 14. Análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 do eixo “Cidadania e Ação” segundo a ferramenta avaliativa para a educação científica crítica e reflexiva

LIVROS DIDÁTICOS / CRITÉRIOS	Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade	Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência	Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia	Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores	Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais
Thompson, Rios (2016)	1	1	0	1	1
Favaretto (2016)	2	1	0	1	0
Linhares <i>et al.</i> (2016)	1	0	0	1	1
Martho, Amabis (2016)	1	1	0	0	1
Silva Junior <i>et al.</i> (2016)	1	1	0	1	0
Lopes, Rosso (2016)	1	1	0	0	0
Mendonça (2016)	1	0	0	1	0
Ogo, Godoy (2016)	1	0	0	1	0
Catani <i>et al.</i> (2016)	1	0	0	0	0

Legenda: 0 – não apresenta; 1 – principiante; 2 – aprendiz; 3 – avançado; 4 – expert.

Fonte: dados da pesquisa

As coleções analisadas abordaram sistema imunológico e vacinação de forma bastante resumida, e por isso, há poucas inserções e contribuições destas obras a respeito dos critérios do eixo “Cidadania e Ação”. Entretanto, de forma superficial, algumas obras apresentaram alguns aspectos que podem ser utilizados para promover a formação integral do estudante, contribuindo para sua atuação na sociedade.

3.4 Conclusões

O Livro didático está fortemente presente no cotidiano do aluno, e visto como um dos materiais mais importantes para os estudantes. Assim, percebe-se a importância desse recurso possuir questionamentos que possam promover discussões contextualizadas, contribuindo com a alfabetização científica dos discentes.

Para que isto seja possível, faz-se necessário que os livros didáticos de biologia apresentem uma abordagem dos conhecimentos pautada nas relações ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo para a formação de alunos críticos, reflexivos e conscientes do seu papel na sociedade. Diante do exposto, foi importante verificar como os elementos de imunologia são abordados nos livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018.

Com a análise, pôde-se verificar que a abordagem do sistema imunológico nos livros didáticos é superficial. Os aspectos de imunologia apresentaram-se dispersos em diferentes volumes de uma mesma coleção. Isso pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão fragmentada sobre a temática. Assim, é importante tecer relações entre tais aspectos na abordagem deste conteúdo nas salas de aula.

Quanto aos três eixos da ferramenta avaliativa, foi possível notar que os LDs analisados alcançam os maiores níveis no eixo “Processos de ensino-aprendizagem”, reduzindo nos eixos “Visão e Percepção de Ciência e Tecnologia na Sociedade” e “Cidadania e Ação”. Isso permite afirmar que os critérios analisados estão presentes nos livros didáticos de forma pouco expressiva, o que pode interferir na contribuição destes para a educação científica.

É importante ressaltar que os documentos oficiais que regulamentam o ensino médio já apontavam uma proposição curricular envolvendo pressupostos da educação científica: contextualização, interdisciplinaridade, abordagem sócio-histórica e temas emergentes na sociedade. Portanto, a necessidade de trabalhar eixos relacionados à promoção da alfabetização científica deveriam estar presentes nos livros didáticos, mesmo nos que foram publicados antes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Entretanto, os LDs apresentam poucos questionamentos que estimulam a formação integral dos alunos. Entretanto, os livros didáticos representam apenas um instrumento de apoio ao trabalho docente, constituindo-se como mais um recurso, entre vários outros que devem ser utilizados. Logo, é importante que o professor utilize outras ferramentas, buscando superar as possíveis deficiências observadas nos LDs e promovendo o desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes.

CAPÍTULO 4. Proposta de sequência didática como instrumento de Alfabetização Científica em um contexto de Pandemia

4.1 Introdução

A abordagem de assuntos atuais no ensino de Biologia possibilita o tratamento de questões oriundas da curiosidade dos estudantes e proporciona a compreensão do seu cotidiano, através da aquisição do conhecimento científico e tecnológico. Os livros didáticos constituem uma ferramenta de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, entretanto, alguns eixos estruturantes que contribuem para uma educação científica dos alunos nem sempre são contemplados por este recurso didático e por isso, “é importante que o professor utilize outros materiais de apoio à sua prática pedagógica” (SALES; LANDIM, 2009).

Estratégias complementares de ensino, como as sequências didáticas (SDs), podem ajudar os alunos a desenvolver habilidades que os auxiliem no processo de aprendizagem e desenvolvimento das principais características da formação integral do cidadão. Diante disso, a pesquisadora envolvida neste trabalho decidiu elaborar uma sequência de ensino de biologia para que alunos do ensino médio desenvolvam habilidades que os auxiliem no processo de aprendizagem e promoção da alfabetização científica dos estudantes.

O termo “sequência didática” utilizado nessa pesquisa refere-se a um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18). Uma SD pode apresentar diversos aspectos positivos, quanto ao conhecimento da realidade local, o desenvolvimento de aulas dinâmicas, além de contribuir para a argumentação e a formação crítica dos alunos (ROSA, 2014).

Uma sequência de ensino pode direcionar as propostas de atividades nas aulas, permitindo uma aproximação entre os conteúdos abordados com a realidade dos estudantes, incentivando a busca pelo conhecimento (ZABALA, 1998). A utilização de uma ferramenta que “possa levar a uma maior contextualização no processo de ensino é altamente desejável” (ROSA; LANDIM, 2017), pois viabiliza uma abordagem menos

tradicional, que pode promover uma maior participação dos alunos e resultar em aulas mais produtivas e prazerosas.

Nessa perspectiva, a abordagem dos conteúdos de Biologia apresenta melhor significância, quando se utilizam Sequências Didáticas, pois estas enfocam o processo sequencial de tópicos específicos, o que colabora no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (PIETROCOLA, 2010). Entretanto, a atuação do professor na construção de uma SD é fundamental, uma vez que ele será responsável pela mediação de discussões que surgirem durante o processo.

Tendo em vista o exposto acima e os resultados obtidos nas análises realizadas nos capítulos anteriores, o objetivo deste capítulo foi produzir uma SD para a abordagem do sistema imunológico e estratégias de imunização, de forma contextualizada, estimulando a contextualização e interdisciplinaridade dos conteúdos, além de permitir a compreensão da interação ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo para a formação integral dos estudantes.

4.2 Percurso Metodológico

A sequência didática (SD) foi elaborada como uma ferramenta complementar no processo de ensino, buscando contribuir para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Ela foi construída de uma forma que permitisse a aplicação tanto no ensino presencial, quanto nas aulas híbridas ou remotas.

O processo de alfabetização científica da SD está ancorado nos eixos citados por Sasseron (2015): (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática; e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Assim, este instrumento aborda temas emergentes e contextualizados, permite o enfoque interdisciplinar e a compreensão da relação ciência – sociedade – tecnologia (CTS), favorecendo a reflexão dos alunos, o posicionamento, tomada de decisões e participação consciente na sociedade.

Delimitando o saber acadêmico neste instrumento, duas áreas foram envolvidas: ensino de biologia e imunologia. Assim, o foco esteve voltado para a abordagem de aspectos relacionados ao sistema imunológico (SI), tais como: constituição, mecanismo de ação, interação antígenos-anticorpos, doenças autoimunes e tipos de imunização. Os conteúdos abordados nesta sequência foram escolhidos devido a sua relevância e con-

trovêrsia na sociedade, característica que garante sua abordagem nos processos educativos. Desta forma, a sequência poderá promover debates e o posicionamento dos alunos, diante de discussões já presentes na sociedade.

Esse material foi construído para aplicação nas aulas de biologia, em turmas do ensino médio, na série em que os alunos costumam ser apresentados aos conteúdos relacionados aos vírus, sistema imunológico e vacinas, conceitos bastante citados nesta sequência didática.

4.3 Descrição e Análise da sequência didática

A sequência didática, intitulada “Aprendendo sobre o Sistema Imunológico e vacinação no contexto de pandemia” (Apêndice 1), foi organizada em seis aulas, de 50 minutos cada, podendo ser adaptada para realidade de cada professor ao utilizá-la (Quadro 15).

Quadro 15. Distribuição das aulas presentes na Sequência Didática “Sistema Imunológico e vacinação no contexto de pandemia”

NÚMERO DA AULA	TEMA/TÍTULO
01	Pandemias e Coronavírus
02	Sistema Imunológico
03	Medidas de Proteção
04	Medidas Preventivas
05	<i>Fake News</i>
06	Alfabetização Científica

Fonte: a autora

4.3.1 Aula 1 – Pandemias e Coronavírus

A primeira aula foi organizada como uma proposta inicial de utilização de um assunto atual e amplamente divulgado nos meios de comunicação para uma sondagem dos conhecimentos dos alunos quanto a temática e para averiguar as concepções prévias dos alunos. Nesta aula foram propostos dois roteiros de atividades: o primeiro, intitulado “Surto, Epidemias, Pandemias” apresenta definição destes conceitos relacionando com a ocorrência da pandemia de covid-19; o segundo, “(Re)conhecendo os vírus”, a-

presenta questões e levanta discussões que tendem a analisar algumas características virais já conhecidas entre os alunos.

O primeiro roteiro foi organizado como momento para que os alunos não vissem a pandemia atual como fato isolado, observando a ocorrência de algumas delas ao longo dos anos. Para isso, foi apresentada uma linha do tempo, bem como alguns eventos relacionados as pandemias.

No segundo roteiro, é possível conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática. Isso se configura como um ponto importante para a contextualização do tema. Desta forma, o roteiro retoma a estrutura dos vírus, informando que eles podem apresentar material genético do tipo RNA ou DNA e que podem ou não apresentar membrana lipoproteica. Neste momento, é importante mencionar também que o vírus é um parasita obrigatório e fomentar uma pequena discussão se eles são ou não seres vivos. A aula pode ser finalizada com a abordagem do processo de replicação viral e produção de novas partículas virais.

4.3.2 Aula 2 – Sistema Imunológico

A segunda aula apresentou o sistema imunológico aos discentes como um mecanismo natural de defesa do organismo. A aula foi dividida em três roteiros. O roteiro “Atuação do Sistema Imunológico” apresenta questões sobre função, componentes e mecanismo de ação desse sistema, abordando conceitos comuns e aspectos fundamentais para a compreensão dos estudantes.

O roteiro “Antígenos x Anticorpos” apresentou indagações sobre esses dois termos, enfatizando seu papel na defesa do corpo. É importante discutir com os estudantes sobre as características dos anticorpos, como a memória imunológica e a especificidade destes, visto que isso é fundamental para compreensão do papel destes anticorpos no organismo humano. O terceiro roteiro, “Doenças autoimunes e Transplantes” busca relacionar esses fenômenos ao funcionamento do sistema imune e conseqüentemente, atuação dos anticorpos.

Essa abordagem é importante porque é necessário que o aluno aprenda a relacionar os conteúdos abordados, o que contribui para uma aprendizagem articulada dos conhecimentos apresentados. A aula recorre a utilização de histórias em quadrinhos (HQ) e charges para chamar atenção dos alunos e desenvolver a capacidade de interpretação de imagens.

4.3.3 Aula 3 – Medidas de Proteção

A terceira aula começa apresentando um relato histórico acerca da importância de higienização das mãos. Neste pequeno texto, foi relatada a descoberta de Semmelweis, realizada após observação as diferenças ocorrentes na mortalidade em duas alas de um hospital onde trabalhava. Neste momento da aula, é possível abordar que as descobertas científicas dependem da contribuição de diferentes pesquisadores e da necessidade da sociedade.

Em seguida, na aula são apresentadas duas imagens para que os alunos possam compreender a importância da utilização de sabão na higienização das mãos. É necessário destacar que este roteiro visa trabalhar a interdisciplinaridade, uma vez que o professor pode discutir as relações entre estrutura dos vírus, destacando as propriedades químicas do sabão e sua atuação no combate aos vírus. Ainda é possível discutir sobre a utilização do álcool, medida bastante difundida no início da pandemia de covid-19.

4.3.4 Aula 4 – Medidas Preventivas

A quarta aula foi construída como proposta para que os alunos pudessem compreender o desenvolvimento e mecanismo de ação das vacinas. Para tanto, no primeiro roteiro desta aula, “História das Vacinas”, foi disponibilizado um texto sobre as observações experimentos realizados por Jenner, que contribuíram para o desenvolvimento das primeiras vacinas. Assim, é possível abordar a importância da história da ciência, bem como, aspectos relacionados a esta.

O segundo roteiro desta aula apresenta o mecanismo de ação das vacinas, destacando o seu importante papel na prevenção de doenças. Diante da corrida pela descoberta de uma vacina eficaz contra a covid-19, pode-se abordar questões bem atuais sobre vacinação. O texto cita alguns tipos de vacinas que foram desenvolvidas no combate a covid-19, assim, o professor pode promover uma discussão sobre os diferentes tipos de tecnologia utilizadas no desenvolvimento destas vacinas.

O texto também destaca aspectos relacionados as etapas dos ensaios clínicos e cita alguns motivos que explicam o rápido desenvolvimento das vacinas. Diante disso, o segundo roteiro desta aula foi intitulado “Tecnologia e Ciência”, o que possibilita a discussão sobre a contribuição do avanço tecnológico para as descobertas científicas. Ao final desta aula, após a apresentação da relação ciência-tecnologia, faz-se necessário

promover o debate entre os estudantes sobre a importância da vacinação e do surgimento dos efeitos colaterais em algumas pessoas. Outro aspecto a ser abordado está relacionado à capacidade que os avanços de ciência e tecnologia possuem no enfrentamento da pandemia.

4.3.5 Aula 5 – Fake News

A quinta aula foi articulada para relacionar a vacinação as divulgações de *fake news* e consequências para a saúde. Esta aula apresenta diversos gráficos que deverão ser analisados pelos alunos, para que estes possam refletir sobre a adesão à vacinação. Os gráficos utilizados mostram a taxa de vacinação entre doses diferentes (1ª e 2ª doses) e ao longo de anos. Através destes é possível entender as consequências deste tipo de divulgação para a saúde da população. Este tipo de abordagem também é importante, uma vez que auxilia no processo de interpretação de informações transmitidas com o uso de gráficos.

4.3.6 Aula 6 – Alfabetização Científica

Por fim, a sexta aula foi construída com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de habilidades que permitam a análise crítica e seleção de informações recebidas pelos alunos. Isso é fundamental no processo de formação do cidadão, uma vez que na atualidade, o acesso a diversos tipos de informações é bem amplo. Além disso, esta é uma habilidade que deve ser desenvolvida nos estudantes, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Desta forma, a última aula foi intitulada “Divulgação Científica” e é iniciada com a análise de uma tirinha e alguns questionamentos sobre recebimento de notícias falsas. Em seguida, a sequência de ensino apresenta um infográfico com algumas dicas para que permitam o reconhecimento de notícias falsas. Assim, o roteiro contendo estes questionamentos foi denominada “Identificação de *Fake News*”.

O roteiro seguinte, presente nesta aula, intitulado “Conhecimento Científico x *Fake News*”, ainda, é curto e tem o objetivo de promover a reflexão dos alunos sobre a importância da ciência e dos conhecimentos científicos para análise de questões presentes na sociedade. Desta forma, ressalta-se a importância da criação de espaços que priorizem a formação de estudantes críticos, reflexivos e conscientes de sua responsabilidade social.

4.4 Conclusões

Considerando a alfabetização científica e as discussões atuais sobre a pandemia de 2020, este trabalho procurou apresentar a abordagem do sistema imunológico e vacinação por meio de um ensaio teórico-prático. Configura-se como uma forma de contribuir, em alguma medida, para a prática pedagógica de professores de biologia, indicando possibilidades que possam auxiliar docentes comprometidos com uma formação crítica, partindo da problematização do contexto atual.

Em vista de diferentes contextos educacionais presentes nas instituições brasileiras, a SD se destaca como uma metodologia flexível, que busca uma abordagem mais próxima da realidade da sala de aula, colocando os estudantes não apenas como leitores passivos, mas amplia a participação dos estudantes, colocando-os como agentes ativos no processo de construção do conhecimento. Desta forma, espera-se que esta SD forneça os instrumentos necessários para que possa estimular a argumentação, colaborando com a formação de cidadãos críticos.

Apesar da distribuição das atividades em seis aulas, os temas abordados nesta SD promovem discussões que não foram incluídos nesta ferramenta, tais como: aspectos sociais e econômicos relacionados a pandemia, detalhes das etapas dos testes clínicos, questionamentos e determinações sobre aspectos controversos na sociedade, dados sobre as plataformas utilizadas na divulgação de notícias falsas, entre outros.

Além de constituir importante instrumento de alfabetização científica dos alunos, a SD didática contribui para o papel de pesquisador do docente de biologia do ensino médio, que muitas vezes fica comprometido devido às condições de trabalho e excessiva carga horária.

Tendo em vista esses aspectos, as discussões sobre o sistema imunológico e pandemia podem constituir um tema com potencialidades de articulação com outras áreas do conhecimento. Assim, essa SD pode ser uma boa ferramenta para que os estudantes compreendam a relação entre conhecimento científico, desenvolvimento da tecnologia e o papel do cidadão na sociedade, percebendo a importância de analisar as informações que recebem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação científica tem se configurado como importante ferramenta para contribuir com a formação do indivíduo crítico, reflexivo. Em virtude da pandemia do covid-19 e das *fake news* disseminadas, a necessidade de estimular a alfabetização científica tornou-se ainda mais evidente. Além de contribuir para o desenvolvimento da criticidade, a educação científica apresenta contextualização dos conhecimentos como princípio para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos.

Neste sentido, o ensino de biologia pode contribuir significativamente, pois vários assuntos científicos são divulgados nos noticiários, como a clonagem, transgênicos, transplantes, desenvolvimento de medicamentos, etc. Considerando o contexto atual, em que houve uma busca acentuada por formas de fortalecimento do sistema imunológico, tratamento e prevenção contra o coronavírus, o ensino deste sistema nas aulas do nível médio pode configurar-se como conhecimento bastante promissor.

Neste contexto, a escola desempenha um papel importante para a educação científica dos alunos. Nessa perspectiva, a presente dissertação buscou analisar as potencialidades e limitações do sistema imunológico no ensino de biologia, com o intuito de contribuir para a Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio.

Documentos oficiais, professores e recursos didáticos são fundamentais para esse processo. Assim, foi necessário analisar os documentos oficiais quanto a sua contribuição para o desenvolvimento da educação científica através do ensino de imunologia, além de avaliar os elementos relacionados ao sistema imunológico presentes nos livros didáticos do ensino médio.

Neste aspecto, verificou-se que, quanto ao estímulo para a educação científica, todos os documentos apontam que princípios que envolvem a reflexão e criticidade do aluno, a compreensão da relação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), a contextualização dos conhecimentos, devem ser desenvolvidos no aluno ao longo da educação básica. Quanto à inserção do sistema imunológico, tais documentos apresentam recomendações voltadas para temas interdisciplinares, como saúde e qualidade de vida, ou citam habilidades e competências que podem ser desenvolvidas nos alunos a partir do ensino do sistema imunológico.

Para compreender como o ensino de imunologia tem-se apresentado nas publicações, este estudo apresentou um estado da arte das pesquisas que abordaram essa te-

mática em qualquer nível da educação. A partir das palavras-chave utilizadas e após critérios de seleção, fizeram parte do escopo desta pesquisa 25 publicações, entre artigos, dissertações e teses. Esse levantamento permitiu perceber que há carência de trabalhos que visam analisar de que forma a perspectiva do ensino de imunologia se faz presente, apesar de uma tendência de crescimento nos anos recentes (a partir de 2018).

Este estudo também avaliou os livros didáticos (LDs) aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), utilizados nas aulas de biologia do ensino médio. Quanto a análise dos conteúdos destes livros, pode-se perceber que há uma apresentação do sistema imunológico de forma resumida e superficial, enfatizando somente a relação ataque-defesa, que está sempre presente nos materiais. Além disso, o ensino de imunologia é fragmentado, pois os elementos do sistema imunológico encontram-se dispersos entre diferentes objetos de conhecimento do ensino médio. Os recursos visuais utilizados são poucos e voltados para ilustração da relação antígeno-anticorpo e presença de anticorpos após imunização ativa.

Para avaliar a sua contribuição como subsídio para alfabetização científica (AC), os livros foram submetidos a análise dos conteúdos sobre o sistema imunológico a partir da utilização de uma ferramenta avaliativa para a educação científica. A utilização desta ferramenta permitiu observar que a abordagem dos conhecimentos nos LDs ainda encontra-se centrada no conteúdo, com poucas contribuições para a compreensão das dimensões sociais da ciência e da tecnologia, aspecto estruturante para a AC. Assim, os resultados deste estudo revelaram que as inter-relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) possuem um espaço pouco expressivo na abordagem do sistema imunológico dos livros didáticos analisados.

Entretanto, é importante destacar que os livros didáticos representam apenas uma ferramenta de apoio ao trabalho docente, constituindo-se como mais um instrumento entre vários outros. Logo, faz-se necessário que o professor utilize outras ferramentas, buscando superar as possíveis deficiências observadas nos livros. Neste sentido, este trabalho apresentou uma proposta de sequência didática, baseando-se nos pressupostos da alfabetização científica e contribuindo para a formação de um estudante crítico, reflexivo e participativo na sociedade.

Diante do que foi relatado, conclui-se que há necessidade de estimular a produção acadêmica relativa à temática no ensino de ciências e biologia. Assim, espera-se que o panorama apresentado neste estudo possa contribuir como desencadeador de outros trabalhos de cunho bibliográfico. Faz-se necessária também a realização de pesquisas

que possam avaliar os recursos didáticos utilizados no ensino, bem como as metodologias aplicadas nas salas de aula, de forma que possam contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem em Biologia.

Por fim, embora o presente trabalho tenha investigado um problema e apresentado todos os caminhos na procura da sua elucidação, é sempre importante a continuidade das análises efetuadas, para que melhorias, na pesquisa e na qualidade do ensino possam ser implementadas. É preciso ainda avaliar e validar a proposta de sequência didática construída neste trabalho, buscando aprimorar a ferramenta, para fornecer os subsídios necessários, com cada vez mais qualidade, para professores e seus estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, SHIV. **Imunologia celular e molecular**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ALVIM, M. H; ZANOTELLO, M. **História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva**: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.349-359, jul./dez. 2014.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016.

AMORIN, A. C. R.; GONÇALVES, M.L. C. M. R. Naturezas artificiais e a diferença paradoxal entre ciências e culturas. **Interacções**. 31, 71-94. 2014.

ANDRADE, B. L. **O ensino do sistema imunológico**: da metáfora à analogia da guerra. Dissertação de Mestrado em Educação. Centro de Ciências da Educação, UFSC. Florianópolis, 2001.

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

ANDRADE, V. A., *et al.* A imunologia no segundo segmento do ensino fundamental brasileiro. **Ciências & Cognição**, 20(1). 2015.

ANDRADE, V.A.; ARAÚJO-JORGE, T.C.; SILVA, R.C. O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da Educação Básica Brasileira. **Lat Am J Sc.Educ** 1, 22026. 2014.

ANDRADE, V. A.; ARAÚJO-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.

ANDREAZZI, Fernanda. **Habilidades da BNCC**: O que são e para que servem?. 2019.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?**, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, junho. 2001.

BARBARA, A; VIZEU CAMARGO, B; BOHN BERTOLDO, R. Caso simulado: "Uma vacina contra a Aids". Uma experiência brasileira. **Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 5, n. 15, p. 95-109, sept. 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

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**, v. 6, n. 1, p. 1-18, 2013.

BERÇOT, F.F. **Desenvolvimento e avaliação de um software como recurso auxiliar ao ensino de imunologia básica**. Dissertação de Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 2011.

BERNARDES, A. **Biotecnologia**: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia — Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

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**, Vol. 9 (3), 2018.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). 2018. Disponível em <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>. Acesso em: 18 de out. de 2020.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União. Brasília, nº 248, 23/12/1996, 1996.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC, 2000.

_____. Parecer CNE/CES 1.301/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas**. Presidência da República. Conselho Nacional de Educação, Brasília, DF, 2001.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Volume 2. Brasília: MEC, 2006

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

_____. PISA 2015. **Relatório Nacional**. Brasília, DF: INEP/MEC. 2015.

_____. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: 2018.

CACHAPUZ, A.; *et al.* **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMPOS, L.M.L; MIRANDA, L.M; KAPP, A.M.; DINIZ, R.E.S. Perspectivas para a educação científica: o que dizem especialistas da área de ensino de ciências. **Indagatio Didactica**, vol. 11 (2), agosto, 2019.

CARVALHO, J. B. P.; LIMA, P. F. **Escolha e uso do livro didático**. In: Matemática: Ensino Fundamental. João Bosco Pitombeira Fernandes de Carvalho/coord. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010.

CATANI, A. *et al.* **Ser Protagonista**: Biologia. São Paulo: Edições SM, 2016.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*. (22), 89-100. 2003.

CHIARINI, T.; OLIVEIRA, V. P.; SILVA NETO, F. C. C. A geografia da produção de novos conhecimentos: A dinâmica do 'quarteto científico' no Brasil, 2000 a 2010. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 9, p. 137-172, 2013.

CHOPPIN, A. **História dos livros e das edições didáticas**: sobre o estado da arte. Educação e Pesquisa — FEUSP, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Cursos avaliados e reconhecidos**. Disponível em <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

COSTA, L. P. Alfabetização Científica: A sua importância na Educação de Jovens e Adultos. **Educação & Tecnologia**. 13(2). 2008.

CUNHA, P. *et al.* Vacinas e a educação em ciências. **ComCiência**, Campinas, n. 162, out. 2014.

DANIEL-RIBEIRO, C. T.; MARTINS, Y. C. Uma (não tão) breve história da imunologia cognitiva: mecanismos de geração e manutenção da diversidade do repertório imune. **Neurociências**, v. 5, p. 189-211, 2009.

DANTAS, L. F. S. **Desenvolvimento de aplicativo gratuito de busca para a divulgação de centros e museus ciência do estado do Rio de Janeiro**. (Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza). Universidade Federal Fluminense, Niterói / RJ. 2016.

DELMAZO, C; VALENTE, J. C.L. Fake news nas redes sociais online: propagação e reações à desinformação em busca de cliques. **Media & Jornalismo**, Lisboa, v.18, n.32, abr. 2018.

DEMO, Pedro. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas, SP: Papyrus, 2010.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41

ERNST, Priscila. **Cinema e ensino: a produção de cinema de animação para o ensino de ciências por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**. 2017. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FARIAS, Eldade Machado de. **A relação entre a herança dos grupos sanguíneos e o sistema imunológico: uma sequência didática para o Ensino Médio**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

FAUSTINO, C.S. **Educação a distância como estratégia de ensino em Biociências e Saúde: desenvolvimento e avaliação de um curso de Imunologia Básica em ambiente virtual de aprendizagem**. Dissertação de Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014. 2014.

FAVERETTO, J.A. **Biologia: unidade e diversidade**. São Paulo: FTD, 2016.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, 2002.

FONSECA, E. M.; FRANCO, R. M. Em tempos de Coronavírus: reflexões sobre a pandemia e possibilidades de abordagem no Ensino de Ciências a partir da Educação CTS. **Research, Society and Development**, v. 9, n.8, p. 1-19, 2020.

FREITAS, A. V.; PIRES, C. M. C. Estado da arte em educação matemática na EJA: percursos de uma investigação. **Ciência e Educação**, 3 p. 637-654. 2015.

GALHARDI, Cláudia Pereira *et al.* Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, supl. 2, p. 4201-4210, Oct. 2020

GOMES, S.F.; PENNA, J.C.B.O.; ARROIO, A. Fake News Científicas: Percepção, Persuasão e Letramento. **Ciência & Educação (Bauru) [online]**. v. 26. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6.ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

GUESHI, A.H.; CUNHA, F.B. **A vacina e outros conceitos de imunologia em livros didáticos do ensino médio**. 3º Congresso sobre Ambiente, Tecnologia e Educação – CATE 2020.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade – o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, 4 (1), 85-93. 2000.

LANDIM, P.R.A. **Simulação de ambiente virtual de aprendizagem de Biologia por meio de fóruns participativos criados no WhatsApp**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2020.

LESSA, S.C; SCHRAMM, F.R. Proteção individual versus proteção coletiva: análise bioética do programa nacional de vacinação infantil em massa. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**. 2015, v. 20, n. 1. pp. 115-124.

LIMA, L.C.L. **Imunoeducação**: software educacional como ferramenta facilitadora da aprendizagem no estudo de imunologia para o ensino médio. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2019.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. São Paulo: Ática, 2010.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2016.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001

MATEUS, Alfredo L. (org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2015.

MEGID NETO, Jorge. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação da UNICAMP. Campinas, 1999

MELLO, P.S. **O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde**. Tese de Doutorado em Imunologia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

MENDONÇA, V. **Biologia**. São Paulo: Editora AJS, 2016.

MICARELLO, Hilda Aparecida Linhares da Silva. A BNCC no contexto de ameaças ao Estado Democrático de Direito. **EccoS Revista Científica**, n. 41, p. 61-75, set./dez., 2016.

MINAYO, M. C. de S. (Organizadora); GOMES, S. F. D. R. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis, RJ: Vozes. 2009.

MONTEIRO, J. A.; PAULA, A. A.; JUNIOR, A. F. N. Um relato de experiência na formação inicial de professores: um jogo para o ensino de vacina a partir de uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae, Foz do Iguaçu**, v. 03, n. 01, p. 113-123, jan./jul. 2019.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 12-18, fev. 2017.

MURPHY, Kenneth. **Imunobiologia de Janeway**. 8. Ed. Ed. Porto Alegre: ArtMed, 2014.

NASCIMENTO, Fabrício; FERNANDES, Hylio Laganá; DE MENDONÇA, Viviane Melo. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 10, n. 39, 2010.

NATALE, C.C. *et al.* 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 à 2017. **Perspect. comun.**, Temuco, v. 12, n. 1, p. 259-279, jun. 2019.

OGO, M.Y.; GODOY, L.P. **#Contato Biologia**. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. **Folha informativa covid-19**: escritório da OPAS e da OMS no Brasil. 2020. Disponível em <<https://www.paho.org/pt/covid19>>. Acesso em: 20 de jun. de 2020.

PAULA, L. T.; BLANCO, Y. A.; SILVA, T. R. S. Pós-verdade e fontes de informação: um estudo sobre fake news. **Revista Conhecimento em Ação**, Rio de Janeiro, v.2, n.1, jan./jun. 2018.

PEIXOTO, A.M.C.L. *et al.* Conhecimento, atitudes e práticas de adolescentes e pais sobre imunização na adolescência: revisão sistemática. **Rev. bras. promoç. saúde (Impr.)** ; 31(3): [10], 31/10/2018.

PEREIRA, A. K. *et al.* Cobertura vacinal dos adolescentes da área de abrangência do centro de saúde cachoeirinha na região nordeste de Belo Horizonte – MG. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 23, n. 3, p. 284-289, 2013.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em contextos**: pessoal, social e histórico: energia, calor, imagem e som. 1ª. ed. São Paulo: FTD, v. 2, 2010.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R.T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006

ROSA, I. S. C. **Abordagem CTSA no ensino de Ecologia**: Uma contribuição para a formação de cidadãos críticos. São Cristóvão, Dissertação (Mestrado). Programa em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal de Sergipe. 2014. 142f.

ROSA, I. S. C.; LANDIM, M. F. **Construção de uma sequência didática para o ensino de ecologia com enfoque CTSA**: a visão de docentes. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 12., v. 11, n. 1, 2017, São Cristóvão, **Anais...**São Cristóvão: UFS, 2017.

QUINATO, G.A.C. **Educação científica, CTSA e ensino de física**: contribuições ao aperfeiçoamento de situações de aprendizagem sobre entropia e degradação de energia. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Universidade Estadual Paulista (Bauru): 2013.

RAMOS, G. C. O nó górdio entre a Biologia e a Imunologia. In: VAZ, N.; MPODOZIS, J.; BOTELHO, J. F.; RAMOS, G. **Onde está o organismo? Derivas e outras histórias na Biologia e Imunologia.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2011, p.107-124.

REIS, M.R.C dos. **Educação em Saúde: Atuação de estudantes do ensino médio na prevenção de IST.** Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

RODRIGUES, F.C. **Desenvolvimento e avaliação de estratégia de ensino de forma significativa para professores de biologia em formação inicial.** Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal de São Paulo, 2019.

SALES, A. B.; LANDIM, M.F. Análise da abordagem da flora nativa em livros didáticos de biologia usados em escolas de Aracaju - SE. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, p. 17-29. 2009.

SANTOS, B. C.M. R. dos; *et al.* Competência em informação: as fakes news no contexto da vacinação. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo-Horizonte, v.1, n.2, nov.2018.

SANTOS, C.N. **Atividades investigativas no ensino médio: uma estratégia de educação em saúde para a conscientização e maior adesão a vacinação contra o Papilomavírus (HPV).** Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. **Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências**, *Ciência & Educação*, v.7, n.1, 95-111. 2001

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p.49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 16 (1), pp. 59-77, 2011.

SAVIANI, D. **Educação: do senso-comum à consciência filosófica.** 17 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v.3, n.1, p.7-27, 2017.

SILVA-BATISTA, Inara Carolina da; MORAES, Renan Rangel. História do ensino de ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação pública**, v. 19, n.º 26, 22 de outubro de 2019.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia.** São Paulo: Sarai-va, 2016.

SILVA, C. J. A.; BERTINI, L. M.; VIOLA, G. G. O livro didático de Ciências: uma análise da relação do conteúdo ecossistema manguezal com a abordagem CTSA. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-15, 2020.

SILVA, B.; SOUZA, T.; VIEIRA, J.; SILVA, M.; FARIAS, V.; SILVA, L.; RODRIGUES, J.; ARAÚJO, L.; ASSIS, L. Imunologia nas Escolas: Experiências de um Projeto de Extensão. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 9, n. 2, p. 93-98, 30 ago. 2018a.

SILVA, L. A. S., GUIMARÃES, C. de F., CARVALHO, C. V. M. Uso de analogia e contextualização para o ensino de imunologia no Ensino Médio: caminhos para a aprendizagem. **Multi-Science Journal (ISSN 2359-6902)**, 1(11), 3. 2018b.

SILVA, S.E.M. **Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio**: uma abordagem em pesquisa-ação. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A.P.; ALBUQUERQUE, V.S.; FRAGA, R.M.; ALEKSANDROWICZ, A.M.C.; GELLER, M. **Ensino de Imunologia na Educação Básica: lições de Akira Kurosawa**. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 33(2), p.186-190. 2009.

SOARES, M.A.P.; MARQUES, C.V.V.C.O. O Tema Vacinas Em Livros Didáticos De Ciências Naturais: Uma Análise Sob A Ótica Da História Das Ciências. **Revista Prática Docente**. v. 3, n. 2, p. 681-699, jul/dez 2018.

SUCCI, C.M.; WICKBOLD, D.; SUCCI, R.C.M. A vacinação no conteúdo de livros escolares. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 75-79, Apr. 2005.

TEIXEIRA, A.; SANTOS, R.D.C. Fake news colocam a vida em risco: a polêmica da campanha de vacinação contra a febre amarela no Brasil. **Revista Eletrônica de Comunicação**, 14, 72-89. 2020.

TEIXEIRA, C. R. O “estado da arte”: a concepção de avaliação educacional veiculada na produção acadêmica do programa de pós-graduação em educação: currículo (1975-2000). **Cadernos de Pós-Graduação: educação**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 59-66, 2006

TEIXEIRA, F.M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, Bauru, 19(4), 795-809. 2013.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004)**: um estudo baseado em dissertações e teses. 2008. 235p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. O Estado da Arte da pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n.2, p.521-549, 2017.

THOMPSON, M.; RIOS, E.P. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, 2016.

TSAI, C.-C.; WEN, L. M. Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. **International Journal of Science Education**, vol. 27, n° 1, pp. 3-14. 2005.

VERONEZ, L. C.; SALOMÃO, K. B.; DAS CHAGAS, P. F.; BARBIERI, M. R.; SCRIDELI, C. A.; TONE, L. G. Genética e imunologia do câncer para alunos do ensino básico: Relato de uma experiência. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, 10(2), 63-70. 2019.

VIEGAS, S.M.F. *et al.* A vacinação e o saber do adolescente: educação em saúde e ações para a imunoprevenção. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 351-360, Feb. 2019.

_____. Preciso mesmo tomar vacina? Informação e conhecimento de adolescentes sobre as vacinas. **av.enferm.**, Bogotá , v. 37, n. 2, p. 217-226, Aug. 2019.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. e MARTINS, I. **Educação em ciências com orientação CTS**. Porto, Areal Editores. 2011.

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

APÊNDICE A – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

“APRENDENDO SOBRE SISTEMA IMUNOLÓGICO E VACINAÇÃO NO CONTEXTO DE PANDEMIA”

Apresentação

Caro (a) professor (a),

Este material faz parte da dissertação intitulada *Alfabetização Científica em um Contexto de Pandemia: a Abordagem do Sistema Imunológico no Ensino Médio* e apresenta uma Sequência Didática (SD), com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, estimulando esses estudantes a expor suas interpretações, opiniões e reflexões sobre sistema imunológico e vacinação, promovendo um processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais contextualizado.

Assim, a proposta parte de uma apresentação das pandemias e retomada de conceitos científicos acerca das características dos vírus e replicação viral. Em seguida, a ferramenta apresenta uma abordagem do sistema imunológico e do desenvolvimento de vacinas, tratando da realidade atual dos alunos e discutindo acerca da contribuição da tecnologia para a ciência. Por fim, a SD apresenta informações sobre a divulgação e consequências das *fake news*, contribuindo para a discussão destes aspectos e proporcionando uma visão sobre a social.

Os pressupostos teóricos presentes na SD estão relacionados com a Educação Científica Crítica (ECC) dos estudantes e o Ensino de Imunologia. De forma geral, ressalta-se a importância da criação de espaços que priorizem a formação de sujeitos críticos e conscientes de sua responsabilidade social.

A sequência elaborada é voltada para a abordagem de biologia, em turmas do 2º ano do Ensino Médio. Entretanto, ela pode ser adaptada e utilizada em outras séries deste nível de ensino ou em outros contextos de ensino. Apesar de ser constituída por seis aulas, o tempo estipulado para a execução das atividades descritas depende de outras discussões que podem surgir e da dinâmica de cada turma.

Autoras:

Joice Francianny Melo dos Santos (mestranda em ensino de Ciências e Matemática)

Myrna Friederichs Landim (orientadora)

AULA 1 – PANDEMIAS

ATIVIDADE 01 – Surtos, Epidemias e Pandemias

Observe as imagens abaixo:



Figura 1. Fonte: <https://computerworld.com.br/negocios/especial-coronavirus-tudo-o-que-ja-publicamos-sobre-o-assunto-ate-agora/>



Figura 2. Fonte: <https://catracalivre.com.br/saude-bem-estar/cientista-alerta-para-risco-de-variante-brasileira-gerar-nova-pandemia/>

01) O que você acha que elas representam?

02) Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou pandemia da covid-19, infecção causada pelo novo coronavírus. O termo “pandemia” passou a ser bastante utilizado nos meios de comunicação. O que você entende com o uso desse termo?

EXPLICANDO...

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), uma **PANDEMIA** é a disseminação mundial de uma nova doença. O termo é utilizado quando uma doença se espalha por diferentes continentes com transmissão sustentada de pessoa para pessoa.

Surto: acontece quando há o aumento repentino do número de casos de uma doença em uma região específica. Esse aumento de casos deve ser maior do que o esperado pelas autoridades.

Epidemia: se caracteriza quando um surto acontece em diversas regiões.

Endemia: uma doença acontece com muita frequência no local.

ALGUMAS PANDEMIAS....

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou a pandemia de covid-19. Ao longo dos anos, várias pandemias foram registradas e causaram a morte de milhões de pessoas. Vejam algumas:



Figura 3. Fonte: <https://www.tudoocelular.com/tech/noticias/n154946/de-pestre-antonina-a-covid-19-historico-pandemias.html>

Desde que os seres humanos ocuparam o mundo, doenças também passaram a existir e se espalhar entre a sociedade. Tais doenças são causadas por bactérias e vírus. Sobre o causador, vamos entender mais um pouco na próxima aula...

Atividade 02 – (Re)Conhecendo os Vírus

Observe as imagens:

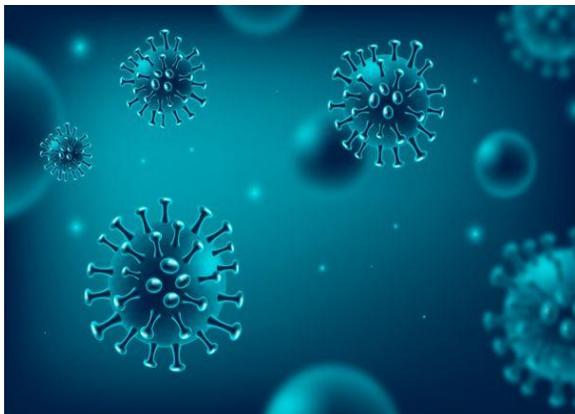


Figura 4. Fonte: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/coronavirus-es-registra-10838-mortes-e-passa-de-484-mil-casos-0621>



Figura 5. Fonte: <http://www.nascesaude.com.br/coronavirus-e-sistema-imunologico/>

01) As imagens acima representam o coronavírus, vírus causador de covid-19. Mas, o que você entende por vírus?

02) Quais são as principais características dos vírus?

03) Quais as formas de transmissão de coronavírus?

Agora, observe o esquema abaixo:

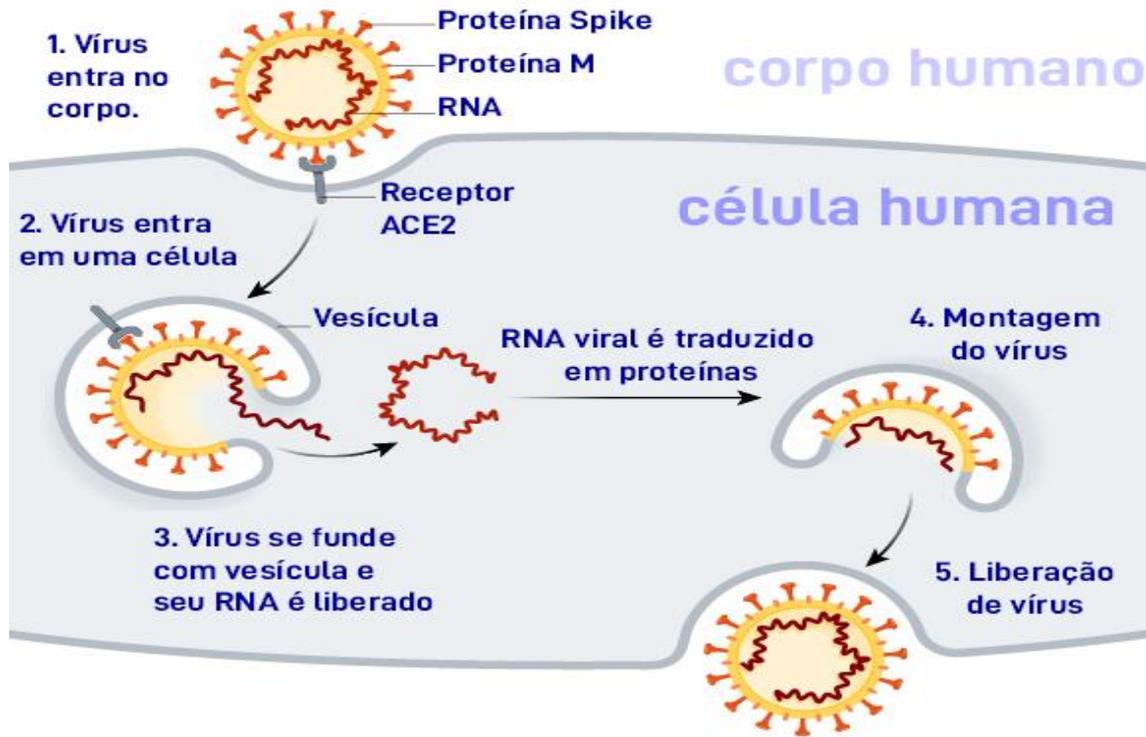


Figura 6. Replicação dos vírus. Fonte: http://ciencia viva.org.br/index.php/2021/01/01/corrida_vacinas_covid2/

04) A partir do esquema analisado, explique como os vírus atuam dentro do organismo humano.

05) Você considera importante o estudo dos vírus? Justifique.

AULA 2 – SISTEMA IMUNOLÓGICO

Atividade 01 – Atuação do Sistema Imunológico

O corpo reage diariamente aos ataques de **bactérias, vírus** e outros micróbios, por meio do sistema imunológico.

Leia o quadrinho abaixo:

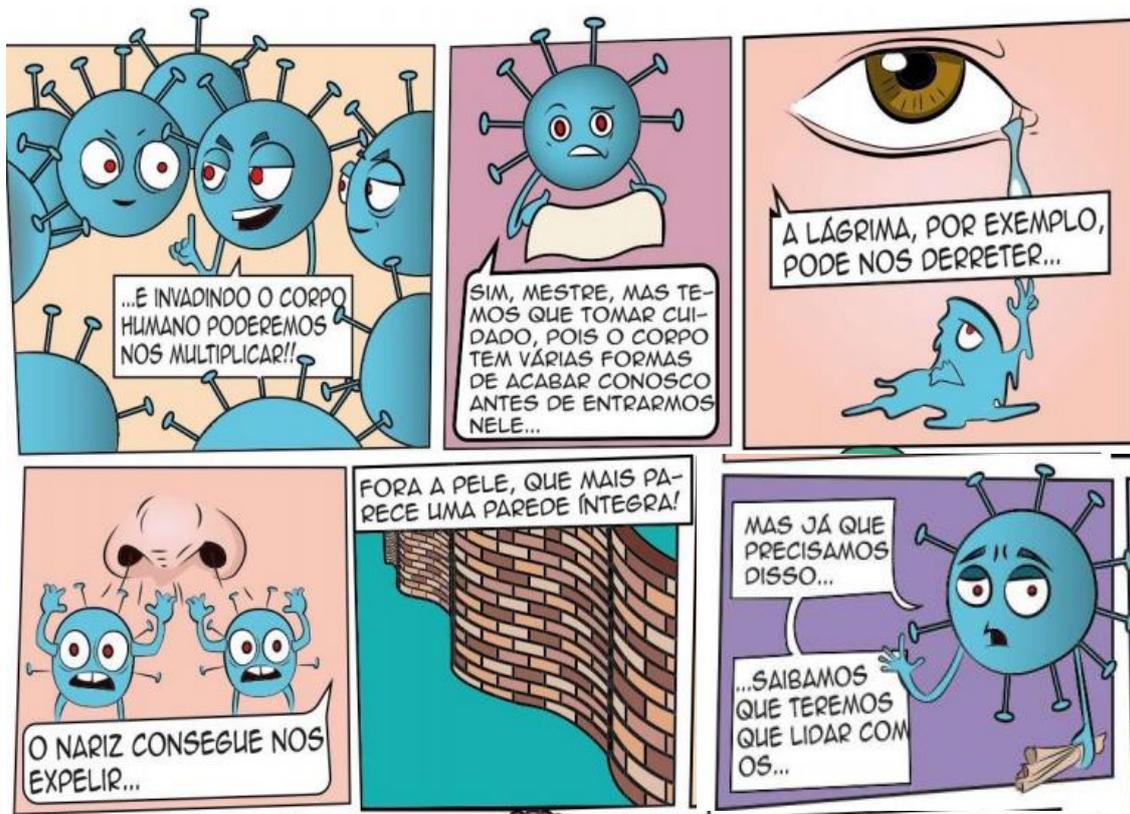


Figura 7. HQ – A saga do Covid no corpo humano. Fonte: <https://www.ufpr.br/portalfupr/wp-content/uploads/2020/09/A-Saga-do-COVID-no-Corpo-Humano-UFPR-1.pdf>

01) A história em quadrinhos representa um importante sistema do corpo humano. Você consegue identificar este sistema? Justifique.

02) No último quadrinho, o vírus fala que “teremos que lidar com os...”. A que este vírus estava se referindo?

Atividade 02 – Antígenos X Anticorpos

Agora, analise este outro quadrinho e responda às perguntas abaixo:

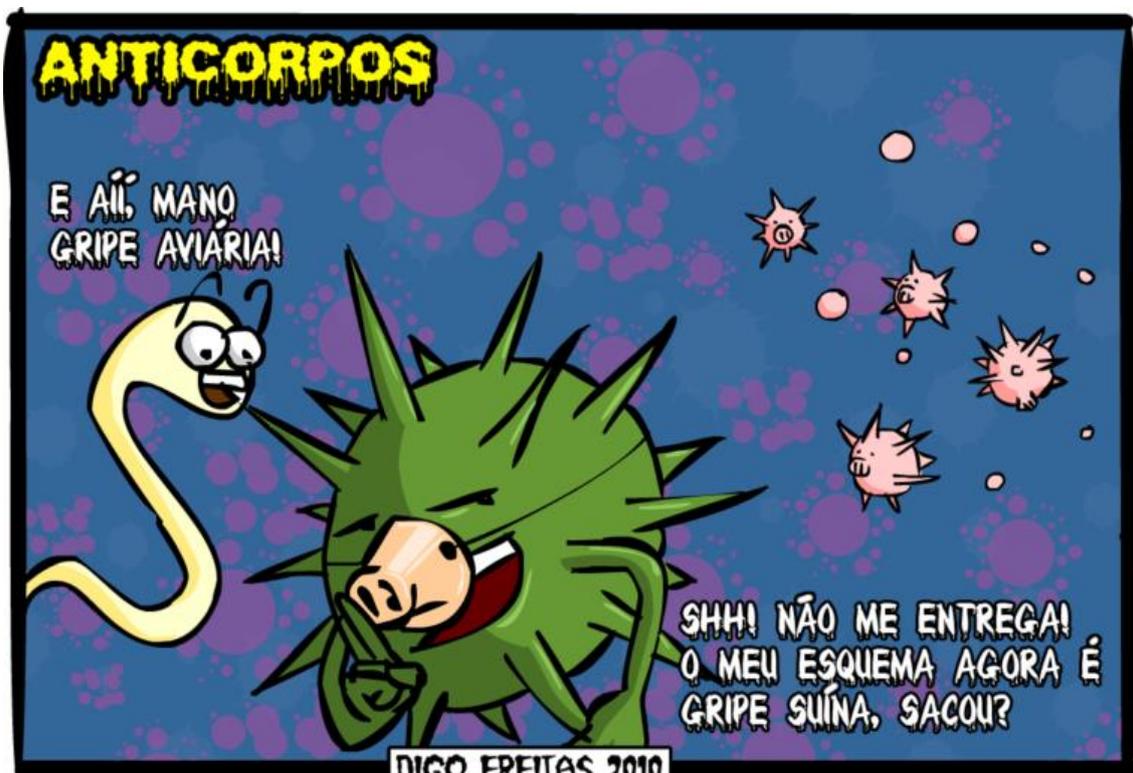


Figura 8. Fonte: <https://digofreitas.com/hq/anticorpos-4/>

01) Frequentemente, ouve-se falar bastante de antígenos e anticorpos. Você sabe o que significa esses termos?

02) Neste quadrinho, o vírus está “disfarçado”. Você pode explicar qual a vantagem deste disfarce?

Para entender mais facilmente o mecanismo de ação do sistema imunológico Humano, acessem o vídeo “Sistema Imunológico” do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=5ILG3gbAzIM>).

03) Qual o papel dos anticorpos para o mecanismo de ação do sistema imunológico?

04) A partir do vídeo e do segundo quadrinho, você consegue identificar características dos anticorpos que permitam a execução de suas funções?

05) Agora, organize todas as informações e explique o mecanismo de ação do sistema imunológico humano.

Atividade 03 – Doenças Autoimunes e Transplantes

Nesta aula, foi possível compreender o mecanismo de funcionamento do sistema imunológico. Entretanto, esse mecanismo de atuação pode estar relacionado a manifestações do organismo, como **doenças autoimunes** e aos transplantes de órgãos.

01) E você? Sabe o que são doenças autoimunes?



Descreva o que está acontecendo na imagem ao lado.

Figura 9. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/653444227160242016/>

02) Você consegue entender a relação entre o sistema imunológico e as doenças autoimunes e com o transplante de órgãos?

Muitas vezes, por motivos variados e nem sempre esclarecidos, o nosso corpo começa a confundir suas próprias proteínas com agentes invasores. A partir disso, o sistema imunológico passa a produzir anticorpos contra componentes do nosso próprio organismo, desencadeando nas doenças autoimunes.

O tratamento utilizado para estas doenças consiste na utilização de imunossuppressores, fármacos que suprimem a ação do sistema imunológico. Essas drogas também são utilizadas em pacientes transplantados, ou seja, que receberam órgãos de outras pessoas, pois os o órgão recebido é visto pelo sistema imune como algo estranho, não pertencente ao “seu organismo”. Assim, objetivo da imunossupressão é evitar a rejeição do órgão transplantado.

AULA 3 – MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Atividade 01 – Higienização das Mãos

Nas aulas anteriores, discutimos sobre as estruturas virais e o mecanismo de ação do sistema imunológico para defender o organismo. Entretanto, somado a isso, é necessário adotar medidas de higiene para evitar o contato com os antígenos.

Leia o texto abaixo:

A contribuição de Semmelweis

Lavar as mãos. Este hábito tão simples quanto antigo vem sendo repetido pelas autoridades sanitárias do mundo inteiro como uma das armas mais eficazes na luta para conter a Covid-19, a doença causada pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2). No entanto, se a lavagem das mãos ainda é um desafio no século 21, no século 19, esse tipo de questão quase inexistia.

Em 1846, o médico húngaro Ignaz Semmelweis percebeu uma diferença sinistra entre as duas alas: uma operada por jovens médicos, a outra por parteiras. As mortes na ala utilizada para o ensino de jovens médicos onde, além dos partos, realizavam-se autópsias e cirurgias, chegavam ao triplo da outra, onde era feito o treinamento de enfermeiras-parteiras.



Figura 10. Semmelweis investiga a causa das mortes entre as pacientes.

Fonte: <http://www.perinijournal.it/Items/pt-BR/Articoli/PJL-42/O-salvador-das-maes>

Semmelweis tentou identificar fatores que diferenciavam os dois ambientes. Primeiro ele notou que as parteiras faziam os partos com as pacientes de lado. Ele mandou que os médicos também colocassem as pacientes de lado. Não houve mudança. Ele pensou que a causa fosse o susto das pacientes com um sino que um padre tocava. Ele pediu para não usar o sino. Também não surgiu efeito.

Foi então que um acidente ajudou o médico a solucionar o enigma: um colega, Jacob Kolletschka, ferido pelo bisturi de um dos estudantes, havia apresentado os mesmos sintomas das parturientes antes de morrer. Ignaz deduziu então que a sepse e a febre puerperal deveriam ter a mesma origem: as mãos de estudantes e médicos, que, sujas por dissecações recentes, transportariam ‘partículas cadavéricas’ para os órgãos genitais das mulheres em trabalho de parto. Isto explicaria ainda por que os níveis de mortalidade eram menores entre as parteiras: elas não participavam das autópsias.

Semmelweis ordenou aos médicos que ao invés de sair dos laboratórios anatômicos cobertos de sangue e tripas de cadáveres, indo direto fazer partos, eles trocassem de roupa e lavassem as mãos. Os resultados foram imediatos, as infecções e mortes caíram vertiginosamente, de 18% para 2.2% ao ano.

Diversas contestações ocorreram e o método identificado por Semmelweis não foi adotado na época. Somente mais tarde, as descobertas sobre o mundo microscópico e o início dos trabalhos de Louis Pasteur e Robert Koch forneceram informações quanto ao uso de substâncias antissépticas por cirurgias.

Os diversos estudos desenvolvidos por muitos pesquisadores foram essenciais para que hoje tivéssemos muito mais conhecimento e entendêssemos a importância de um simples gesto: Lavar as mãos.

ADAPTADO. Disponível em <agencia.fiocruz.br/ignaz-semmelweis-licoas-que-historia-da-lavagem-das-maos-ensina>.

01) O texto afirma que hábito solicitado por Semmelweis não foi adotado de forma imediata. Por que você acha que isso aconteceu?

Diante do cenário de crise sanitária, a história de Semmelweis ajuda a compreender a ciência como uma atividade coletiva de produção de consensos, que

envolve controvérsias, associações entre determinados grupos em momentos históricos específicos, considerando as relações constitutivas entre ciência e sociedade. Como foi discutido, os estudos contribuíram para que hoje tivéssemos conhecimento sobre a importância de lavar as mãos. Neste contexto, pode-se destacar que no início da pandemia do covid-19, quando não se conhecia muito sobre o vírus, o hábito de higienização das mãos foi bastante difundido.

Sobre isso, observe as imagens abaixo:



Figura 11. Fonte: <https://blog.positiva.eco.br/coronavirus-sua-saude->



Lave as mãos por cerca de 20 segundos com sabão e água

Figura 12. Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-51802564>

02) As imagens acima ilustram a estrutura viral e algumas medidas de proteção que foram adotadas. Você consegue identificar a relação entre elas?

03) Qual o papel do sabão e do álcool no combate ao coronavírus? Explique.

AULA 4 – MEDIDAS PREVENTIVAS

Atividade 01 – História das Vacinas

Na aula anterior, começamos a analisar a importância da higienização das mãos. Entretanto, outras medidas preventivas são adotadas diante de uma pandemia.

Observe as imagens abaixo:



Figura 13. Fonte:



Figura 14. Fonte:
<https://www.bbc.com/portuguese/geral-51802564>

01) As imagens acima representam a utilização de vacinas contra a covid-19. O que você sabe sobre vacinas?

Para entender um pouco mais, leia o texto abaixo:

A descoberta da vacina

No início do século 17, a varíola era uma das doenças transmissíveis mais temíveis no mundo, atingindo, até a juventude, a maioria das pessoas e representando uma alta taxa de mortalidade. Em 1796, o médico e cientista inglês Edward Jenner ouviu relatos de que trabalhadores da zona rural não

pegavam varíola, pois já haviam tido a varíola bovina, de menor impacto no corpo humano.

Ao observar que pessoas que ordenhavam vacas não contraíam a varíola, desde que tivessem adquirido a forma animal da doença, Jenner extraiu o pus da mão de uma ordenhadora que havia contraído a varíola bovina e o inoculou em um menino saudável, James Phipps, de oito anos.



Figura 15. Fonte: <https://www.ftec.com.br/blog/quinta-retro-edward-jenner-e-a-origem-da-vacina/>

O menino contraiu a doença

Jenner inoculou no mesmo menino líquido extraído de uma pústula de varíola humana. James não contraiu a doença, o que significava que estava imune à varíola.

Embora sem os princípios bioéticos definidos posteriormente, sua contribuição para a história da medicina foi inegável. Entretanto, a relação causa-efeito entre a presença de microrganismos patogênicos e doenças apenas foi estabelecida por Louis Pasteur e Robert Koch, aproximadamente em 1870. Para homenagear Jenner, Pasteur deu o nome de vacina (como o vírus da vacina de Jenner) a qualquer preparação de um agente que fosse utilizado para imunização de uma doença infecciosa e, em 1885, Pasteur desenvolve a vacina contra a raiva humana, dando início a uma nova era.

ADAPTADO. Fonte: <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.htm>.

02) O que Jenner observou quando analisou a resistência de alguns ordenhadores?

03) Com base no seu conhecimento sobre sistema imunológico e após a leitura do texto, o que você acha que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com o pus varioloso?

Atividade 02 – Ciência e Tecnologia

O mecanismo de ação das vacinas está relacionado ao nosso sistema imunológico. Acesse o vídeo do Youtube, intitulado “A vacinação e o sistema imunológico” do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=Spf1OC9ceWE>) e vamos entender mais um pouco sobre isso.

Observe o esquema abaixo

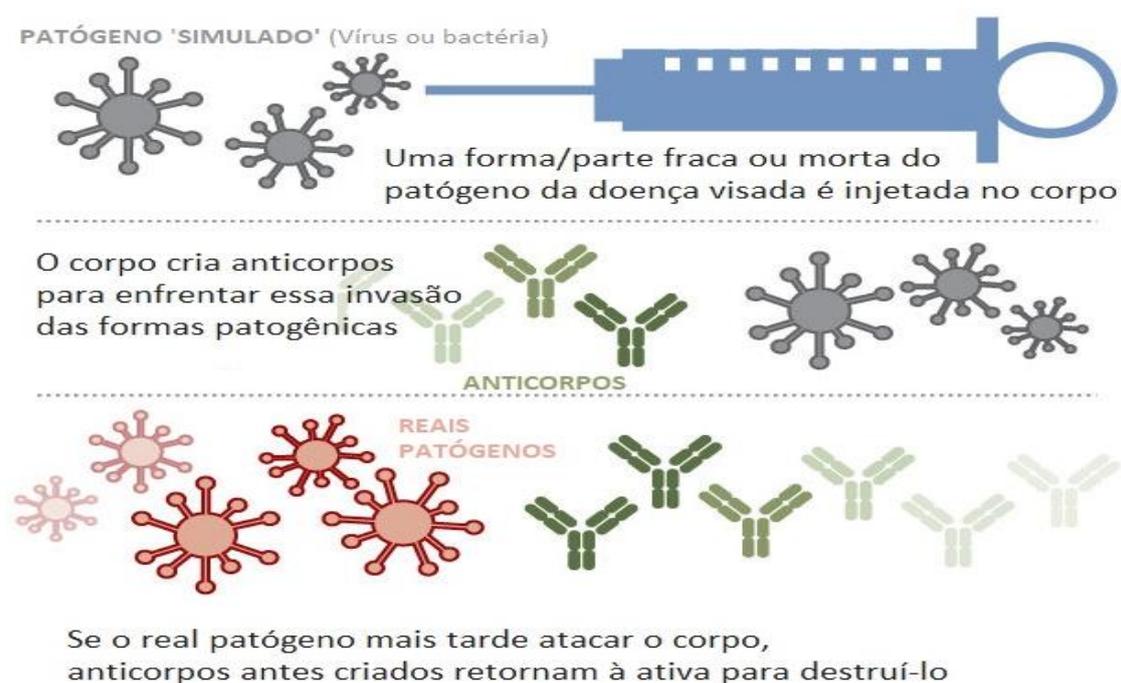


Figura 16. Funcionamento das vacinas. Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/2018/02/vacina-historia-conquistas-e-mitos.html>

01) Agora que você assistiu ao vídeo e analisou o esquema acima, descreva o mecanismo de ação das vacinas no organismo humano.

02) As vacinas apresentam alguns efeitos colaterais, tais como febre, dor e inchaço no local da injeção. Relacionando com a atuação do sistema imunológico, responda porque isso acontece.

Apesar do esquema representado acima, hoje é possível obter alguns diversos tipos de vacinas. Elas são fabricadas usando tecnologias e compostos diferentes. Entre as vacinas produzidas contra a covid-19, podemos citar: vacinas com vírus, vacinas de vetor viral, vacinas genéticas, vacinas a base de proteínas.

Diferentemente de muitos surtos anteriores, em que as vacinas para proteger as pessoas levaram anos para ser desenvolvidas, a pesquisa de um antídoto para ajudar a conter a nova pandemia começou poucas tempo após a identificação do vírus.

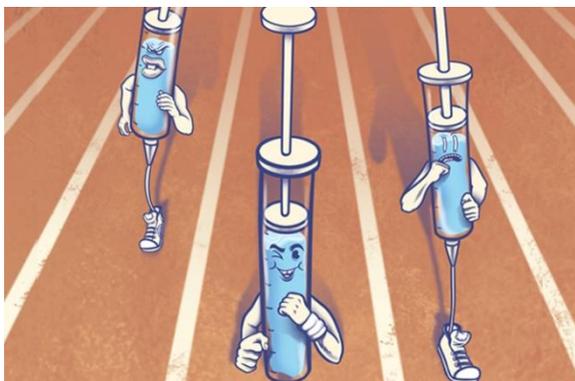


Figura 17. Fonte: <https://saude.abril.com.br/medicina/como-funcionam-as-vacinas-mais-avancadas-contra-o->

Em uma corrida desesperada contra o tempo, cientistas ao redor do globo buscam a bala de prata para enfrentar uma doença responsável pela infecção de milhões de pessoas em poucos meses.

Apesar de ser considerada uma grande conquista, a chegada das primeiras vacinas deixou muitas pessoas desconfiadas quanto à eficácia.

Entretanto, mesmo com a urgência diante de uma pandemia de covid-19, a utilização das vacinas depende da observação das etapas dos ensaios clínicos e provação em fases rigorosas, que garantem o rigor científico. Assim, esse rápido desenvolvimento das vacinas ocorreu à tecnologia mais avançada, à cooperação internacional, às trocas de dados, de informação, ao intenso financiamento das pesquisas.

03) Após todas as discussões sobre as vacinas, responda: em sua opinião, as vacinas são meios eficazes? Apresentam mais vantagens ou desvantagens? Justifique.

AULA 5 – FAKE NEWS

Atividade 01 – Divulgação de *fake news*

Não é de hoje que notícias falsas são disseminadas. Entretanto, na era das tecnologias e das redes sociais, isso tem se intensificado. Vamos entender um pouco sobre isso:

Observe a charge abaixo



Figura 18. Fonte: <http://draquesdegaragem.com/cientirinhas/cientirinhas-151/>

01) Descreva o que aconteceu na cientirinha acima.

02) Por que o colega de trabalho preferiu ficar próximo de Rogério e fugiu do seu amigo?

Atividade 02 – Consequências das *fake news*

Assim como o personagem da tirinha acima, muitas pessoas também acreditam em muitas *fake news* divulgadas sobre tratamentos de doenças e forma de prevenção. Entretanto, pesquisas mostram que a divulgação de notícias falsas traz efeitos negativos e interferem nas atitudes das pessoas.

Vamos entender um pouco sobre as consequências da divulgação de fake news:

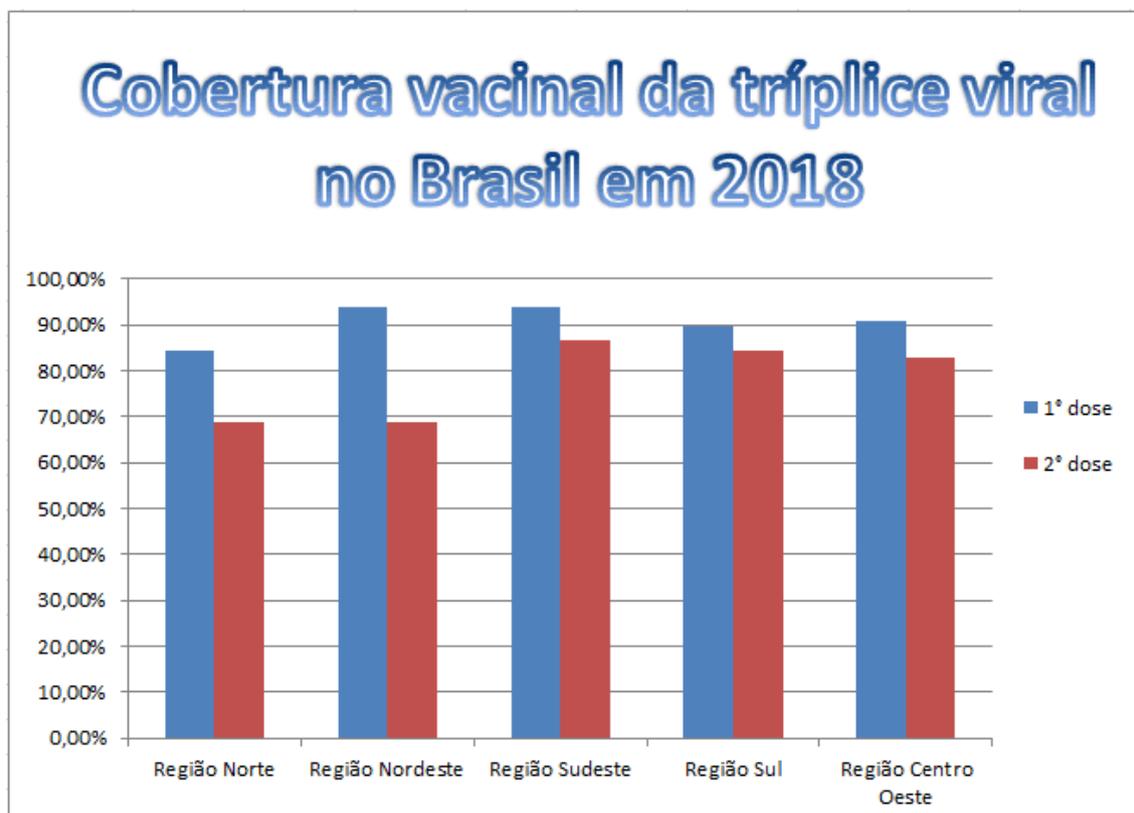


Figura 19. Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/contra-o-sarampo>

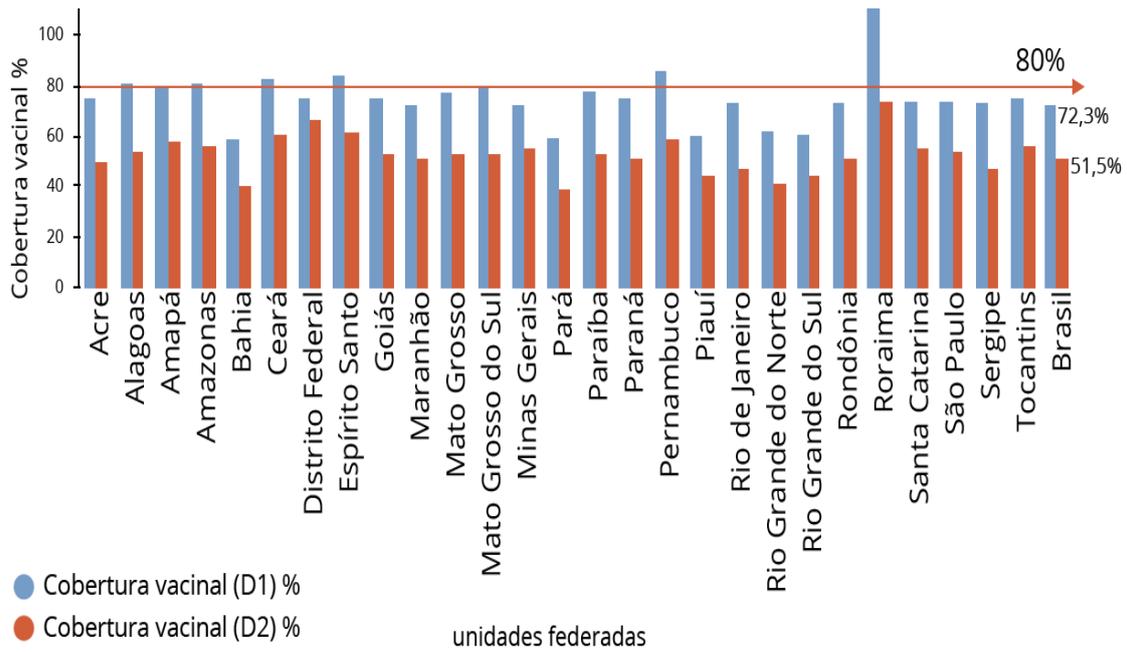
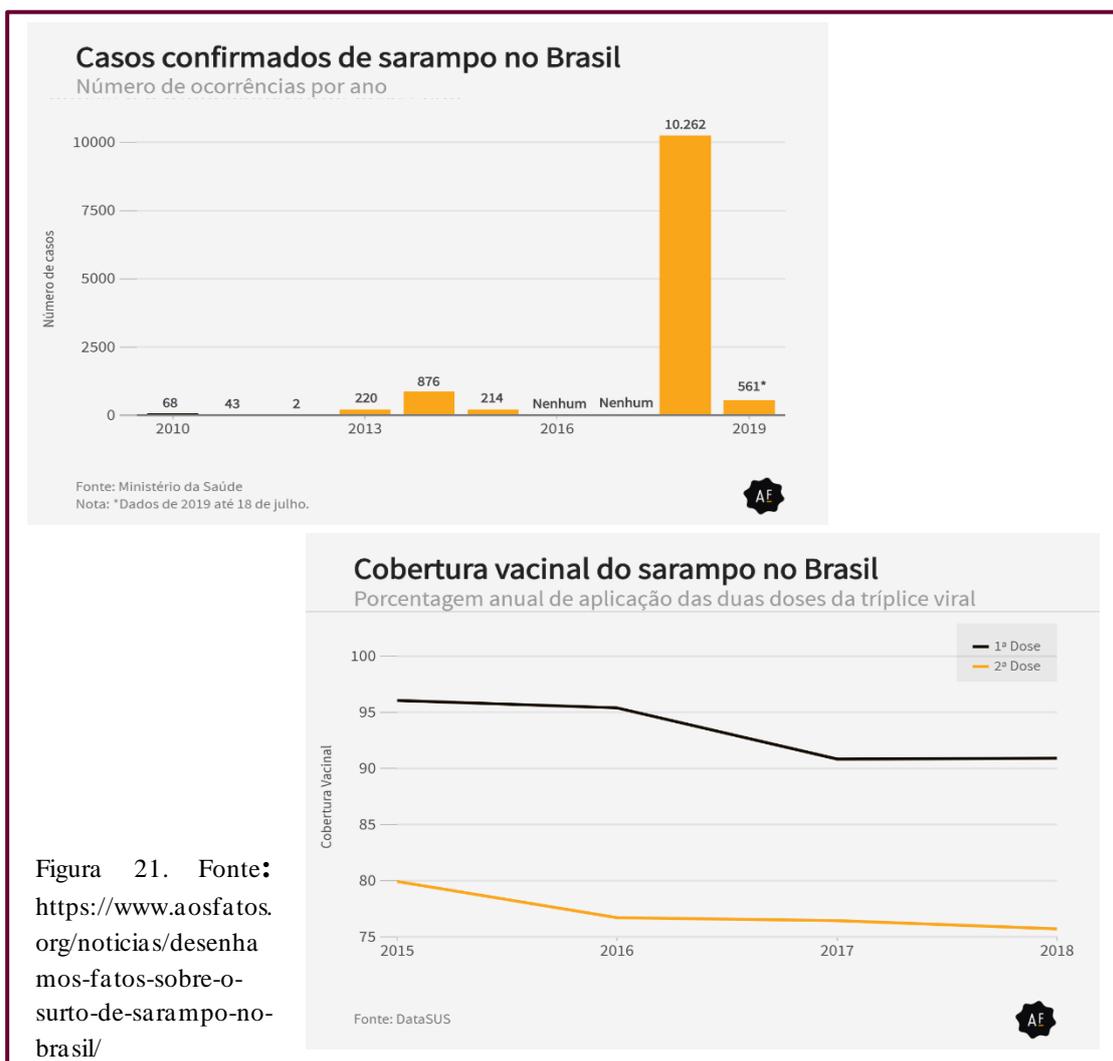


Figura 20. Cobertura Vacinal de HPV. Fonte: <https://www.etc.com.br/especiais/vacinacao>

01) O que vocês conseguem verificar nos gráficos apresentados? Qual a semelhança entre eles?

02) Qual seria o motivo para essa diferença entre as doses administradas?

Analise outros gráficos:



03) O que vem ocorrendo com o número de casos confirmados de sarampo?

04) Qual a relação entre os dois gráficos apresentados? Explique.

A divulgação de *fake news* traz consequências perigosas para a saúde da população. Muitas notícias apresentam informações que dificultam a adesão à vacinação por parte da população. Através dos gráficos analisados é possível perceber que isso contribui para o reaparecimento de doenças que estavam controladas. Assim, é importante identificar e combater esse tipo de informação.

AULA 6 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Atividade 01 – Identificação das *fake news*

Observe a tirinha



Figura 22. Fonte: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID673/v14_n3_a2019.pdf

01) O que está acontecendo na tirinha?

02) As *fake news* são bastante divulgadas. Você já deve ter recebido algumas. Você poderia citar alguma notícia falsa que você recebeu? Por qual meio você recebeu a informação?

03) Como você ficou sabendo que a informação era falsa?

Como já foi visto anteriormente, o recebimento de *fake news* é bastante comum, mas elas afetam a vida da população, pois interferem na adesão a tratamentos e medidas de prevenção, prejudicando a saúde da população. Por isso, faz-se necessário identificar esses tipos de notícias.



Figura 23. Fonte: <https://bibliotecaucs.wordpress.com/2018/02/15/8-passos-para-identificar-as-fake-news/>

04) Em grupo, busquem notícias falsas divulgadas recentemente e informem quais mecanismos de identificação de *fake news* vocês utilizaram para verificar a veracidade da informação.
